समिति द्वारा प्रकाशित पुस्तकें।

१. लोकरहस्य—बङ्गला साहित्यके प्रसिद्ध लेखक स्व० बाबु बङ्किमचन्द्र चट्टोपाध्याय लिखित सामाजिक आमोदपूर्ण संग्रहका भाषान्तर। पृ० सं० १४६—मूल्य ।)

२. शिवाबावनी—भूषण कविके रचित ५२ दोहोंकी टीका लाला राधामोहन गोकुल जी कृत। पृ० सं० ८०—मूल्य ⁄)॥ मात्र।

३. श्रीमद्भगवद्गीता—भारतमित्र सम्पादक पं० बाबू राव विष्णु पराड़कर द्वारा लिखित सरल हिन्दी भाषान्तर सहित। पृ० सं० २१५—मूल्य बढ़िया कागज ।), सामूली कागज ≠)। सर्वसाधारणके सुभीतेके लिए मूल्य यथा साध्य कम रखा गया है।

४ नेत्रोन्मीलन (नाटक)—पं० श्यामविहारी मिश्र एम० ए० और प० शुकदेवविहारी मिश्र बी० ए० द्वारा रचित। पृ० सं० १४०—मूल्य ≠) मात्र।

५. रणधीर और प्रेममोहिनी (नाटक)—प्रसिद्ध मारवाड़ी लेखक लाला श्रीनिवास दास द्वारा रचित। यह दूसरी आवृत्ति है। पृ० सं० १५१—मूल्य बढ़िया कागज ।≠), मामूली कागज ।)

ज्योतिष शास्त्र बाबू दुर्गाप्रसाद खेतान एम० ए० बी० एल० द्वारा कृत। पृ० सं० १००—मूल्य बढ़िया कागज ।/) मामूली कागज ॥)।

किसी एक पुस्तकके लिए एक आना और देनेपर वह पुस्तक जिल्ददार मिलेगी।

नवल किशोर गुप्त
मन्त्री साहित्य सम्बर्द्धिनी समिति
७१, काटन ष्ट्रीट, कलकत्ता।

निवेदन ।

यह पुस्तिका यथा साध्य सरल तथा सुबोध बनायी गयी है। ज्योतिष शास्त्रका भूगोल, ज्यामिति, तथा विज्ञानसे बड़ा गूढ़ सम्बन्ध होनेपर भी, सर्व्वसाधारण जिसमें सहजमें समझ सकें, उनकी उसहायता बहुत ही कम ली गयी है। अतएव यह स्वाभाविक है कि इसमें ज्योतिष शास्त्रकी केवल मोटी मोटी बातें रहें। इस पुस्तिकामें जो कुछ लिखा हुआ है वह अंग्रेजी पुस्तकोंसे भाषान्तर मात्र है। इसके बनानेमें लाकियर, पाकर तथा गाडफ्रे की पुस्तकों की सहायता ली गयी है।

मुझे काशी नागरी प्रचारिणी सभाकी Hindi Scientific Glossary से भी बड़ी सहायता मिली है। तदर्थ मैं इस सभाका कृतज्ञ हूं।

१२५ हारिसन रोड
कलकत्ता।

दुर्गाप्रसाद खेतान।

ज्योतिष-शास्त्र।

—०—

विषय सूची।

पृष्ठ संख्या

तीसरा भाग—सूर्य्य सम्प्रदाय।

चौथा भाग—सूर्य्य।

पांचवां भाग—नक्षत्र।

ज्योतिष-शास्त्र।

चित्र सूची।

चित्र सूची।

॥ श्रीगणेशाय नमः

ज्योतिष शास्त्र

भूमिका

१ इस पुस्तकके हर एक पाठक इतना जरूर जानते हैं कि घर किसे कहते हैं। यदि हम किसी घरमें रहें जो चारों ओरसे बन्द हो, घरके बाहरकी वस्तुएं हमें देख न पड़ें और इससे बाहर हम कभी न जाय तो हम घरको ही दुनिया समझने लग जायंगे। कहावत मशहूर है कि गूलरके कीड़ेको गूलर ही दुनिया है। पर वास्तवमें हम अधिक जानते हैं। हम घरके बाहर निकलते हैं। हम जानते हैं कि हमारा घर बहुतसे घरोंमेंसे एक है। हमारा घर जिस गलीमें है उसमें ऐसे घर और भी कितने हैं। हम यह भी जानते हैं कि जिस गलीमें हमारा घर है केवल वही एक गली नहीं है, और भी बहुतसी गलियां हैं और उनमें भी इसी तरह मकान खड़े हैं; और इन सब गलियोंको मिलाकर एक गांव बनता है।

२ अब हम और ज़रा आगे बढ़ें तो देखते हैं कि हमारे गांवको छोड़ और भी ऐसे ही गांव हैं जिनके समूहको

हम एक ज़िला कहते हैं। जैसे कुछ गांव मिलकर एक ज़िला हुआ वैसेही कई ज़िलोंका समूह प्रान्त (या सूबा) कहलाता है। उदाहरणके लिये समझ लेवें कि हमारा घर बक्सर गांवमें है। बक्सर शाहाबाद ज़िलेमें है। और शाहाबाद बिहार प्रान्तमें है। ऐसेही प्रान्तोंको एकत्र करें तो देखते हैं कि यह भारतवर्ष नामका देश होजाता है जिसमें बिहारके सिवा बङ्गाल, बम्बई, मद्रास आदि कई प्रान्त हैं।

३ इसे तूल न देकर हम एक बार यहां ठहरते हैं। कहीं भी हमारा घर क्यों न हो हमारे घरकी स्थिति नीचे लिखे अनुसार क्रमसे है :—

घर
गली
गांव
ज़िला } जिसमें हम हैं।
प्रान्त
देश

और इससे साफ ज़ाहिर होता है कि हमारे देशकी लम्बी चौड़ी जगहके आगे हमारा घर छोटासा एक बिन्दु भर है।

४. यद्यपि हमारे बहुतेरे पाठक चीन, जापान, ईरान, रूस, आदि देशोंमें नहीं गये हैं तथापि इतना जरूर जानते होंगे कि ये देश एक महाद्वीपके कई विभाग हैं। जिस प्रकार कई गांव मिलकर ज़िले, कई ज़िले मिलकर प्रान्त

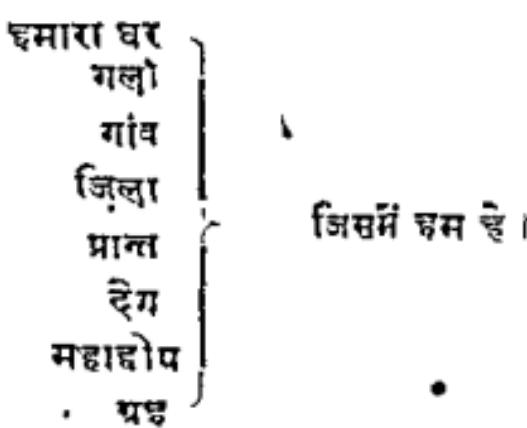
और कई प्रान्त मिलकर देश बनते हैं, उसी तरह चीन, जापान, रूस, आदि कई देश मिलकर एक एशिया महाद्वीप (Continent) बना है।

५. पर हमारे पाठक और भी दूरकी बातें जानते होंगे। एशियाके सिवा अमरीका, योरोप, अफ्रीका तथा आष्ट्रेलियाके भी नाम सुने होंगे। ये भी एशियाकी तरह एक एक महाद्वीप हैं।

६. ये महाद्वीप पृथ्वी पृष्ठ* पर सूखी जमीनके कई बड़े बड़े हिस्से हैं। यह पृष्ठ जमीन तथा पानीका ही बना हुआ है।

७. अब हम इतना कह देना आवश्यक समझते हैं कि यह समस्त पृथ्वी वह पिण्ड (Body) है जिसे ज्योतिर्विद् ग्रह कहते हैं। विशेष बातें हम आगे चल कर जानेंगे। ऊपरकी तरह अपनी स्थितिका अनुभव एक बार और हम कर लें।

हमारा घर
गली
गांव
ज़िला
प्रान्त
देश
महाद्वीप
ग्रह } जिसमें हम हैं।

* पृष्ठ = सतह (Surface)—Hindi Scientific Glossary

८ हमारे कुछ पाठक यहां समझते होंगे कि हम ज्योतिष शास्त्र लिखना भूलकर भूगोल लिखने लगे। पर ऐसा भूल नहीं है। हमने यही दिखलानेकी चेष्टा की है कि ज्योतिष शास्त्र और भूगोलमें क्या सम्बन्ध है। जहां ज्योतिषकी सीमा समाप्त होती है वहीं भूगोल आरम्भ हुआ है।

८क जिस तरह हम अपने घरका स्थान, उसका रूप तथा विस्तार (जो पृथ्वीके आगे एक बिन्दु भर है) अनायास बता सकते हैं उसी तरह आसमानमें हम पृथ्वीका स्थान, उसका रूप तथा विस्तार बताये जा सकते हैं। पृथ्वीके पृष्ठकी बातें जाननेके पहले पृथ्वीकी-आकार, विस्तार, आदि जान लेना जरूरी है और हम अब वही बताते हैं।

पहला भाग।

पृथ्वी और उसकी गति।

---

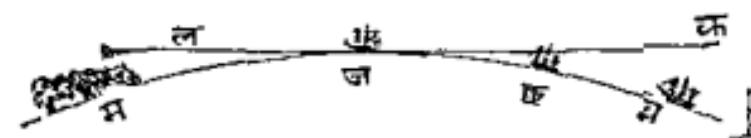
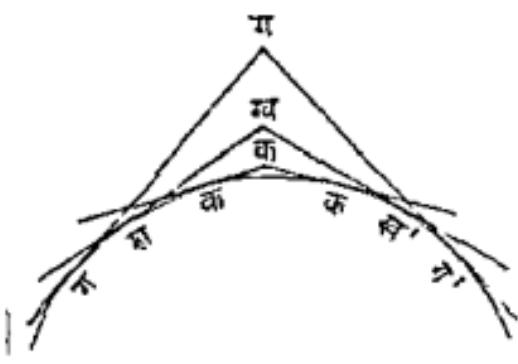
§ १—पृथ्वी गोल है।

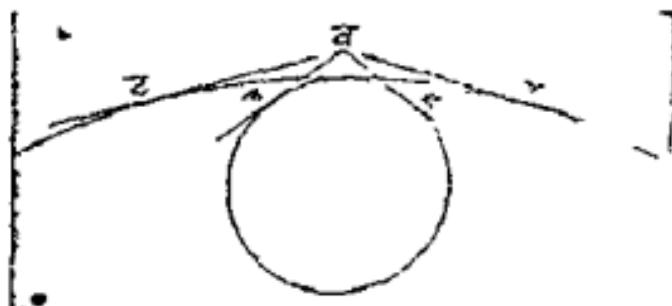
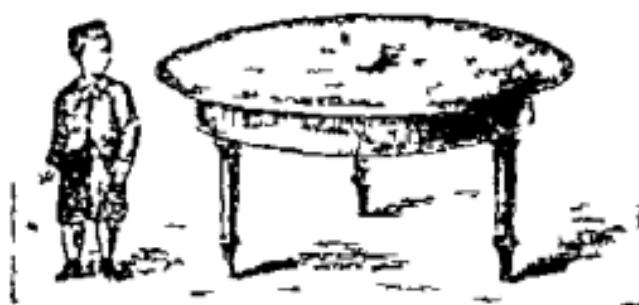
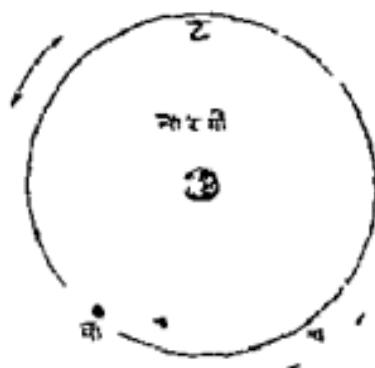
९. हम भूमिकामें कह आये हैं कि हम लोग एक ग्रह पर रहते हैं जिसका नाम पृथ्वी है। अब प्रश्न यह है कि इसकी शकल कैसी है? चिपटी है या चौखुटी, टेढ़ी है या गोल? हम यह कैसे जान सकते हैं? हम किसी ओर अपनी नज़र डालें तो सिर्फ मकान और पेड़ देख पड़ेंगे। यदि हम पहाड़ी मुल्कमें हों तो पहाड़के आगे और कुछ नहीं दिखाई देगा। यदि हम पहाड़ पर भी चढ़ जायं तो कई मील तककी वस्तुएं और दिखेंगी। हमारी दृष्टि वहां भी सीमाबद्ध हो जायगी। जहां खड़े होते हैं चारों ओर ज़मीन और आसमान आपसमें मिलते दिखाई देते हैं। इससे तो पृथ्वी चौड़ी ही मालूम होती है।

१०. पर जबकि अब हम एक दूसरा दृश्य देखें जहां हद,

पहाड़ आदि कुछ भी न हो। एक बार समुद्रके किनारे खड़े हो और समुद्र पृष्ठकी ओर निगाह डालें। जहाजोंको अपनी ओर आते देखनेसे एक दूसरा ही गुल खिलेगा। पहले पहल मस्तूलका सिरा ही दिखाई देता है। ज्यों ज्यों वह जहाज हमारी ओर आता है त्यों त्यों मस्तूल नीचेसे दिख दिखाई देते हैं। पीछे नज्दीक आनेपर पटड़ी दिखाई देती है और क्रमसे सारा जहाज आंखोंके सामने आ जाता है। (चित्र नं० २ देखिये) इसी प्रकार हम यदि एक जहाजको जाते हुए देखें तो ठीक उल्टी बात होगी। पहले पटड़ी अगोचर होगी, पीछे मस्तूल क्रमसे छोटा होने लगेगा और इसके बाद जहाज बिलकुल नहीं दीख पड़ेगा।

११ ऊपर लिखी हुई बातें चित्र न० २ देखनेसे स्पष्ट हो जायगी। एक मनुष्य म समुद्रके किनारे खड़ा होकर जहाजको अपने निकट आते देख रहा है। वह मनुष्य म लकीर मक के ऊपरकी वस्तुएं सब देख सकता है किन्तु उस लकीरके नीचे, पृथ्वी सामने आजानेके कारण, पृथ्वी की परली तरफकी चीजें बिलकुल नहीं देख सकता। (इस चित्रमें हमने पहलेसे ही मान लिया है कि पृथ्वी गोल है)। अब यदि जहाज य स्थानपर हो तो मनुष्य म को जहाजका तिल मात्र भी नहीं देख पड़ेगा। जहाज धीरे धीरे जब ए स्थानपर चला जायगा तब मस्तूलका ऊपरी हिस्सा लकीर मक को पार कर जानेके कारण मनुष्य म को

चित्र न २—समुद्रके किनारे जहाज किस तरह गोचर और अगोचर होते हैं

चित्र न ३—चित्र २ को विस्तार पूर्वक समझाना

चित्र न ४—एक ग्लोबको हम जितनी ऊंचाईसे देखते हैं उतनी ही अधिक दूर तक ग्लोब दिखता है यही इस चित्रमें समझाया गया है।

चित्र न ५—ग्लोब जितना बड़ा होगा क्षितिज उतनी ही दूर स्थित दिखेगा यही इस चित्रसे मालूम होता है

चित्र न ६ उदय और अस्तके दृश्य किस तरह नजर आते हैं

चित्र न ७—चित्र ६ को विस्तार पूर्वक समझाना

(दच) लग जायगा। पीछे जहाजके और आगे बढ़नेपर मस्तूलके नीचेका भाग भी दिखाई देने लगेगा। इसके बाद जब जहाज ज स्थानपर पहुंचेगा तब सारा जहाज लकीर ल कके ऊपर हो जानेके कारण उस मनुष्यको भो समूचा जहाज दिखने लग जायगा।

१२. समुद्रके किनारे खड़े होकर देखनेसे यह सब बातें यथार्थमें इसो तरह मालूम होती हैं। इस लिए हमारा अनुमान कि पृथ्वी गोल है बिलकुल ठोक है। पृथ्वी नारङ्गी अथवा गेंदकी तरह गोल है टेबुलकी तरह चोडो नहीं है।

१३ पृथ्वीके गोल होनेके कारण ही हिमालय जैसे ऊंचे पर्वत कलकत्ते, बनारस, अलाहाबाद, आदि स्थानोंसे बिलकुल नहीं दीख पड़ते हैं।

१४. पृथ्वीके नारङ्गीकी तरह गोल होनेके और भी कई प्रबल प्रमाण हैं। यदि कोई मनुष्य पूरबकी तरफ मुंह कर जमीन और समुद्रको पार करता हुआ सीधा चले जाय तो वह फिर उसी स्थान पर आजायगा जहांसे वह चला था।

१५. ग्रहणके समय सूर्य्य और चन्द्रपर पृथ्वीकी छाया गोल ही पड़ती है।

१६. इससे हमलोगोंको यह नहीं समझ लेना चाहिये कि पृथ्वीका कोई किनारा है; चित्र नं० ४ देखनेसे मालूम हो जायगा कि हम ज्योंयों जितने ऊपर चढ़ते हैं उतने ही दूरकी वस्तुए देख सकते हैं। क स्थानसे देखने पर क क',

किनारा मालूम होता है। और ऊपर चढ़नेपर वें स्थानसे ख ख' किनारा दिखनेमें आता है।

§ २—पृथ्वीका आकार बहुत बड़ा है।

१७ हम ऊपर कह आये हैं कि पृथ्वी नारङ्गी के समान गोल है। यह जान कर कोई पूछ सकता है कि "पृथ्वी नारङ्गीके समान गोल है तो क्या यह नारङ्गी सी छोटी भी है?" यह भी सवाल हो सकता है कि "पृथ्वीको चिकनी नारङ्गीके साथ तुलना करना कैसे उचित है? पृथ्वीके पृष्ठपर जब ऊंचे पर्व्वत, नीची खाड़ियां तथा और सब तरहका खुर्दरापन है तब क्या पृथ्वी की तुलना चिकनी नारङ्गीके साथ उचित है? ऐसी असमान पृष्ठ वाली चीज़को भला गोलक्यों कैसे कह सकते हैं?" अब इन प्रश्नोंके उत्तर देनेकी चेष्टा हम करते हैं।

१८ यदि हम नारङ्गीके समान गोल भिन्न भिन्न आकारके दो ग्लोब (globe)लें और उनपर खड़े हो कर देखें तो छोटे ग्लोबकी अपेक्षा बड़े ग्लोबसे दूर तक की वस्तुएं दिखाई पड़ेंगीं—अर्थात् वह किनारा, जिसके परेकी चीज़ नहीं देख पड़ती, बड़े गोलेपर अधिक दूर रहेगा और छोटे गोलेपर कम दूर।

१८ चित्र ५में यदि क हमारी आंख हो, ष ष छोटा मण्डल हो और ट ट बड़ा मण्डल हो तो छोटे मण्डलपर

इसने किनारेका फासला क च होगा और बड़े मण्डलपर क ट होगा जो क च से साफ बड़ा है।

२०. अब हम यदि पृथ्वीपर किसी समुद्रके किनारे खड़े हों तो हमें कोसों दूरकी वस्तुएं देख पड़ेंगी। इससे यह साफ मालूम होता है कि पृथ्वीका आकार बहुत बड़ा है। यह हमारे प्रथम प्रश्नका उत्तर है। वास्तवमें पृथ्वीका व्यास लगभग ८००० मील लम्बा है अर्थात् पृथ्वीके केन्द्र (बीच) हो कर यदि एक सीधी लकीर पृष्ठकी एक ओरसे दूसरी ओर तक खेंची जाय तो वह ८००० मील लम्बी होगी।

२१ अब हम यह समझाना चाहते हैं कि पृथ्वीके पृष्ठपर ऊंचे पर्वत तथा नीची खाड़ियां रहनेपर भी नारङ्गीके साथ तुलना करनेपर, पृथ्वीका पृष्ठ बहुत चिकना है। यह बात एक बार गलत मालूम होगी पर यह बिलकुल ठीक है। हम ऊपर सुन आये हैं कि पृथ्वीका पृष्ठ केन्द्रसे ४००० मील दूर है। अब चार मील ऊंचा पर्वत भी पृथ्वीका केवल १/१००० वां हिस्सा ऊंचा होगा अर्थात् यदि हम एक बड़ी गेंन्द लें तो इस गेन्दके सामने ऐसा रुखड़ापन (गेन्दका १/१००० वां हिस्सा) एक मोटे कागजकी मोटाईके मानिन्द होगा। अब यह सहज ही मालूम होता है कि पृथ्वी नारङ्गीसे अधिक चिकनी है, क्योंकि यदि हम नारङ्गीका आकार पृथ्वीके जितना बड़ा कर दें तो इसका पृष्ठ बहुत ही रूखा होगा।

२२ हमने नीचे लिखी बातें सीखी है—(१) समस्थल (level) मैदान अथवा समुद्रपर ही खड़े हो कर हम अपनी आंखोंसे पृथ्वीकी वास्तविक आकृति निर्णय कर सकते हैं। (२) भूमि खूब सपाट होने पर भी वहां वक्रता (curve) विद्यमान है यद्यपि हम वक्रता (टेढ़ापन) देख नहीं सकते। (३) पृथ्वीका पृष्ठ बहुत ही धीरे धीरे वक्र होता है क्योंकि जहाजकी नजरों से ओट होनेके पहले कोसों तक हम उन्हें देख सकते हैं। (४) वक्रता बहुत कम है तथा ऊंचे पर्वतोंसे भी उसमें कुछ अन्तर नहीं पड़ता है। इन बातोंसे सिद्ध होता है कि पृथ्वीका वृत्त (अर्थात् घेरा) बहुत बड़ा है और पृथ्वी भी बड़े आकारकी है। (५) पृथ्वी इतनी बड़ी है कि उसके सामने ऊंचे पर्वत भी राईके बराबर है, इसकी व्यास ८००० मील हैं।

§ ३—पृथ्वी अचल नहीं है।

२३ पृथ्वी इस लिये एक इतना बड़ा गोल (globe) है कि यदि कोई मनुष्य घण्टामें तीन मीलके हिसाबसे रात दिन पैदल चले तो पृथ्वीके चारों ओर घूमनेमें करीब एक वर्षका समय लगेगा।

२४ जैसे हवामें गुब्बारा या आकाशयान लटकता है वैसे ही अवकाश (space) में पृथ्वी भी लटकती है। अब प्रश्न है—पृथ्वी अचल पिण्ड है या चल? अर्थात् एक जगह

स्थिर है वा इधर उधर कही घूमती भी है? शायद हम-लोगोंमेंसे बहुतेरे यही अनुमान करेंगे कि पृथ्वी स्थिर है—क्योंकि हमारा घर जहा था वही सदा रहता है। इस या दूसरे घर जितनी दूर हमारे घरसे थे उतनी ही दूर सदा रहते हैं। इसमें कभी अन्तर नही पड़ता।

२५ पर यह दलील ग़लत है। यदि हम एक नारङ्गी या गेन्द लें और उसमें कई पिन (pin) खोंस दें; एक पिनको हम अपना घर समझें, तो यह प्रत्यक्ष है कि नारङ्गी स्थिर रहे अथवा अस्थिर हमारे घर रूपी पिनसे दूसरी पिनोंका फासला सदा एक ही रहेगा।

२६ अब पृथ्वी चल है वा अचल, इस प्रश्नका समाधान किस तरह हो? पृथ्वीको छोड़ कर अन्य वस्तुओं की ओर देख कर ही हम इस बातका निर्णय कर सकते हैं। किसी साफ रात्रिके समय यदि हम आसमानकी तरफ निगाह डालें तो हमको पृथ्वी छोड़ कर बहुतसी और वस्तुएं (यथा चन्द्र, और तारे) दिखाई पड़ती हैं।

२७ गौर करनेसे हमको यह भी मालूम होगा कि पूरबकी तरफ तारे उगते हैं, धीरे धीरे वे ऊपर चढ़ते हैं और पीछे पच्छिमकी ओर वे डूब जाते हैं। इसी तरह चन्द्रमा भी घूमता हुआ दिखायी देता है। दिनमें सूर्य भी पूर्वमें उदय हो कर तारोंकी तरह पच्छिममें अस्त होता है।

२८ अतएव आसमानकी तरफ निगाह डालनेसे मालूम होता है कि पृथ्वीकी वस्तुएं यथा घर, वृक्ष, पर्व्वत आदि यद्यपि स्थिर हैं दूसरे पदार्थ, जो पृथ्वीसे अलग है, (यथा सूर्य्य, चन्द्र और तारे) इनको घूमते हुए देख पड़ते है।

२९ अब हमारे सम्मुख एक विचारनेकी बात उपस्थित हुई है। सूर्य्य उदय होता है और अस्त होता है अथवा एक तारा उदय होता है और अस्त होता है हमारे इस कहनेका क्या मतलब है? [पृथ्वी और आकाश जिस किनारेमें मिलते हुए देख पड़ते हैं उस किनारेको हम क्षितिज (horizon) कहते है]। हम यही समझते हैं कि तारा या सूर्य्य क्षितिजके ऊपर उठते हैं अथवा नीचे जाते है या इस तरह होते हमे देख पड़ते हैं। एक नारङ्गीसे इस घटनाका पूरा हाल मालूम हो जायगा। एक गोल मेजके बीचमे एक नारङ्गी रखिये और उसकी एक ओर एक पिन खोंस दीजिये (चित्र ६ देखिए)। अब इस अपनेको सूर्य्य या तारा समझ उस मेजके चारों ओर घूमते है। (यह जरूरी है कि पिन और हमारी आंखें समतल हों)। इस तरह घूमनेसे देखिये क्या गुल खिलता है। जब हम एक तरफ है और पिन दूसरी तरफ तब हम पिनको नहीं देखने पाते और पिन हमको नहीं देख सकती। थोड़ा घूमनेपर पिनका सिरा हमको दिखने लगेगा और पिनको हम उगते हुए देखेंगे। यह दृश्य सूर्य्य वा ताराके उदय होनेके ऐसा है। जब हम

और घूमेंगे तब एक ऐसा स्थान आवेगा जहां पिनका सिरा नारङ्गीके किनारेसे छिपकर लोप हो जायगा। यह दृश्य सूर्य्य वा तारेके अस्त होनेके अनुरूप है। ऊपर लिखे दृष्टान्त (experiment) में हमने पृथ्वीको स्थिर और सूर्य्य अथवा तारेको घूमता हुआ समझा है।

२० अब इसीको दूसरी तरह देखिये। हम एक ठौर खड़े होते हैं और दूसरा मनुष्य उस नारङ्गीको मेजके किनारेमें उलटी तरफसे घुमाता है। (यह ख्याल रखना चाहिये कि पिन और हमारी आखें सदा समतल रहें)। ऐसा करनेसे वही पहला दृश्य (अर्थात् पारा २८ वाला) दीख पड़ेगा। उसी प्रकार हमको पिन एक बार उदय होती देख पड़ेगी और पीछे अस्त हो कर छिपती हुई। चित्र ७को देखनेसे ऊपर लिखे दोनों दृश्य स्पष्ट हो जायगे। च स्थानपर हम उदय होते हैं, ट स्थानपर ठीक सामने आते हे और क स्थानपर अस्त हो जाते हे।

२१ अतएव सूर्य्य वा तारा जो उदय और अस्त होते देख पड़ते हैं उसके दो ही कारण हो सकते हैं— १) पृथ्वी स्थिर है और सूर्य्य, तारा आदि पृथ्वीके चारों ओर घूमते हैं या (२) सूर्य्य, तारा आदि स्थिर हैं और पृथ्वी ही परिभ्रमण करती है। पुराने ज़मानेके मनुष्य यही जानते थे कि पृथ्वी स्थिर वा अचल है और सूर्य्य, तारा आदि चल हैं अर्थात् पृथ्वीके चारों ओर घूमते हैं (कौपरनिकस सम्प्रदायका मत)।

किन्तु अब हम जानते हैं कि ऐसा समझना भूल है और पृथ्वी ही चल वा अस्थिर है।

§ ४—र न की तरह घूमती है।

३२ हम कह आए हैं कि पृथ्वी परिभ्रमण करती है एवम् स्थिर नहीं है और सूर्य, चन्द्र और तारे जो पूरबसे पच्छिमकी ओर फिरते हुए दिखायी देते हैं उनकी वास्तविक गति नहीं है। यह केवल अवास्तविक (apparent) गति है। पृथ्वी ही वास्तवमें घूमती है और पृथ्वीकी ही हम गतिसे सूर्य, तारे आदि फिरते हुए दिखायी देते हैं।

३३ अब प्रश्न है पृथ्वीकी गति किस तरहकी है। इसका उत्तर देनेके पहले हम अपनी परिचित वस्तुओंकी ओर ध्यान दें। क्या हमारी परिचित वस्तुओंमें भी इस प्रकारका उदाहरण मिलता है जिसमें एक अचल वस्तु अवास्तव गतिसे चलती हुई देख पड़ती है? हां, अवश्य है। आपको झट रेलगाड़ीका दृश्य याद आगया होगा। आप अपनी कमरमें बैठे हैं और आपको वृक्ष, घर आदि बाहरकी वस्तुएं, जो वास्तवमें स्थिर हैं, बड़े वेगसे भागती हुई नजर आती हैं। उनकी गति ठीक आपसे उलटी तरफ है। वास्तवमें रेल ही दौड़ी जा रही है किन्तु मालूम होता है कि रेल तो खड़ी है और बाहरकी वस्तुएं हमारी बगलसे उलटी तरफ भाग रही हैं।

३४. अब आप पूछ सकते हैं कि, क्या ऐसा ही भ्रम सूर्य और तारोंकी गति में होता है? हां, होता है।

३५. तो क्या पृथ्वी रेलगाड़ीकी तरह वास्तवमें पश्चिमसे पूरबकी ओर बड़े वेगसे सीधी चलती है और इसी लिये चन्द्र, सूर्य और तारे पूरबसे पश्चिमकी ओर चलते देख पड़ते हैं? नहीं ऐसा समझना भूल क्योंकि पृथ्वी रेलगाड़ीकी तरह यदि सीधी चलती रहती तो वह चन्द्र, सूर्य और तारे हमें पुनः कभी नहीं देखते। इस लिये यह निश्चय है कि पृथ्वी सीधी नहीं चलती।

३६. तब पृथ्वीकी गति किस प्रकारकी है? पृथ्वी लट्टूकी तरह घूमती है यही गति अनुमान करनेसे हमारे सब दृश्योंके कारण मालूम हो जाते हैं। पृथ्वीके परिभ्रमण करनेसे सब भारतवासी, अमेरीकावाले, जापानी, इत्यादि सब कोई रोज़ सवेरे एकही सूर्यको उदय होते देखते हैं और रोज सांझको उन्हें वही सूर्य अस्त होता देख पड़ता है।

३७ पृथ्वीके इस प्रकार घूमनेसेही सुबह शाम होती है। पृथ्वी घूमती है और सीधी नहीं चलती, रात और दिन होना इस बातका प्रबल प्रमाण है।

३८. सूर्यका पूरबमें उदय होने तथा पश्चिममें अस्त होनेके कारण यह स्पष्ट है कि वास्तवमें पृथ्वी पश्चिमसे पूरबकी ओर घूमती है।

६ ५—पृथ्वी दिनमें एकबार घूमती है।

३८. एक नारङ्गी और एक लम्प लो। नारङ्गीको पृथ्वी और लम्पको सूर्य्य समझो। अब किसी सलाई कमरेमें चलो। नारङ्गीके ठीक बीचे बीच सीधा सींक डालो जो नारङ्गी को आरपार कर जाय। दसवां चित्र देखो। लम्प और नारङ्गीको इस समतल रखते हैं। सींकके घूमनेमें नारङ्गी भी साथ साथ चिरागके सामने वैसेही घूमेगी जैसे सूर्य्यके सामने पृथ्वी।

४०. सींकको घुमानेसे देखे क्या क्या बातें मालूम होती हैं। जहां वह सींक नारङ्गीको आर पार करती है वे दोनों बिन्दु (नुकते) नारङ्गीको घुमाने पर भी सदा स्थिर रहते हैं। इन बिन्दुओंको हम ध्रुव (pole) कहते हैं। जो बिन्दु सिरे पर है वह उत्तरीय ध्रुव (north pole) कहलाता है और नीचेवाला दक्षिणीय ध्रुव (south pole)। इन ध्रुवोंको जो लकीर मिलाती है उसे अक्ष (Axis) कहते हैं। अक्ष वही सींक है। दोनों ध्रुवोंकी समान दूरीपर नारङ्गीके ऊपर अर्थात् बीचमें यदि हम चारों ओर एक रेखा खैंचे तो उसे हम भूमध्य रेखा (equator) कहेंगे। अब एक छोटी पिन इसी रेखाके निकट नारङ्गीमें हम खोंसते हैं। वह पिन यदि चिरागकी तरफ रहे तो पिन वाली ओर नारङ्गीके आधे हिस्सेपर प्रकाश (उजियाला) रहेगा और दूसरी तरफके आधे

हिस्सेपर अन्धकार रहेगा। अर्थात् एक तरफ दिन और दूसरी तरफ रात। (चित्र नं० १० देखिये)

४१. अब यदि हम सींकको थोड़ा घुमावें तब प्रकाशमय अंशके केन्द्रमें पिन नहीं रहेगी। जब नारङ्गीके वृत्तका चौथाई हिस्सा घुमाया जायगा तब पिन प्रकाशमय अंशके ठीक किनारेपर जा लगेगी। यदि तनिक भी और घुमाया जाय तो पिनपर प्रकाश नहीं पड़ेगा—और पिनके लिए चिराग अस्त हो जायगा। वृत्तका चौथाई हिस्सा और घुमानेसे पिन अन्धकारमय अंशके केन्द्रमें पहुंच जायगी (अर्थात् आधी रात हो जयगी) और चिरागकी ठीक परली तरफ हो जायगी। इतना ही और घुमानेपर पिनपर प्रकाश पड़ने लग जायगा और चिराग उदय होगा। चौथाई और घुमानेपर नारङ्गी अपने पहले स्थानपर चली जायगी और पिन लम्पकी तरफ हो जायगी (अर्थात् दोपहर हो जायगा)।

४२. अतएव नारङ्गीके घुमानेसे चिराग उदय और अस्त होता हुआ पिनको देख पड़ता है और एकबार पूरा घुमाने पर पिन पहलेवाले स्थानपर आ जाती है।

४३. जैसे नारङ्गी सींकके चारों ओर परिभ्रमण करती है वैसे ही पृथ्वी भी ध्रुवोंको मिलाते हुए एक काल्पनिक अक्षके चारों ओर परिभ्रमण करती है।

४४. पृथ्वीकी इस तरहकी गतिसे दिन और रात होती है। सूर्य्य दैनिक परिक्रमा देनेमें चौबीस घण्टा समय लेता

देख पड़ता है; इसी लिये हम जानते हैं कि पृथ्वीको अपनी अक्षके चारों ओर घूमनेमें २४ घण्टेका समय लगता है।

४५. स्कूलोंमें आपने मकसर ग्लोब (globe) देखा होगा। हम अब उसीका प्रयोग करते हैं। नारङ्गीके बदले हम चिरागके सामने हम इस ग्लोबको रखते हैं। इस ग्लोबका सेन्ट्र चिरागके समतल होना चाहिये। चाहे ग्लोब घूमता रहे चाहे वह स्थिर रहे चिरागकी तरफवाला ग्लोबका आधा अंश प्रकाशमय रहेगा और दूसरी तरफका आधा अंश अन्धकारमय रहेगा। अर्थात् ग्लोबकी एक तरफकी जगहोंपर प्रकाश है और दूसरी जगहोंमें अन्धकार है। ज्यों यह ग्लोबको घुमाया जायगा त्यों अन्धकारमय स्थानपर प्रकाश होता रहेगा और प्रकाशमय स्थानमें अन्धकार। अतएव चिरागके सम्मुख ग्लोबके घुमानेसे ग्लोबके प्रत्येक स्थानपर प्रकाश और अन्धकार बारी बारीसे होते रहेंगे।

४६. अब इस छोटेसे ग्लोबकी जगह यदि पृथ्वी रहे और हम चिरागकी जगह प्रचण्ड सूर्य्य तो हम अनायास समझ सकते हैं कि पृथ्वीके अपनी अक्षपर परिभ्रमण करनेसे प्रत्येक देशमें किस तरह बारीबारी प्रकाश और अन्धकार होते हैं।

४७. पृथ्वीका अक्ष किसी छड़ी या मोंकका बना हुआ नहीं है। यह अक्ष बिलकुल काल्पनिक है। जिन दो बिन्दुओंमेंसे यह अक्ष पृथ्वीके पृष्ठको पार पार करता है

उनको हम पहलेकी तरह उत्तरीय ध्रुव तथा दक्षिणीय ध्रुव कहते हैं।

४८. अतएव पृथ्वी इस अक्षकी चारों ओर २४ घण्टेमें एक वार घूमती है। सूर्य्य बराबर एक जगह स्थिर रह चमकता है। पृथ्वीके उस आधे अंशपर जो सूर्य्यकी तरफ है प्रकाश है और दूसरे अंशमें अन्धियारा है। ज्यों पृथ्वी घूमती है त्यों सब स्थानोंमें बारीबारी प्रकाश और अन्धकार होते हैं। जब हमारे पास सूर्य्यकी किरणें पहुंचती है तब दिन रहता है और जब हम सूर्य्यकी दूसरी तरफ रहते हैं तब रात रहती है।

४९. हम कह आए हैं कि पृथ्वी पश्चिमसे पूर्व्वको ओर परिभ्रमण करती है। तड़केके समय हम अन्धियारेसे प्रकाशमें आते हैं और सूर्य्य दिखने लग जाता है। क्रमसे पृथ्वी घूमती है सूर्य्य ऊपर उठता दिखायी देता है और २४ घण्टेका चौथाई अर्थात् ६ घण्टे घूमनेसे सूर्य्य एक दम ऊपर हो जाता है (दोपहरका दृश्य)। फिर इतनी ही देर और घूमनेसे सूर्य्य अस्त हो जाता है और हमारे यहां अन्धकार हो आता है।

५०. रात्रिके समय तारोंकी गति ठीक सूर्य्यकी गतिकी तरह नजरमें आती है। सूर्य्य जिस तरह उगता और डूबता हुआ दिखाई देता है तारे भी उसी तरह उगते और डूबते हुए दिखाई देते हैं।

§ ६—पृथ्वीका परिभ्रमण उसकी एकमात्र गति नहीं है।

५१　हम निम्नलिखित बातें सीख चुके।

(१)　पृथ्वी एक गोल है।

(२)　पृथ्वी लट्टू की तरह घूमती है।

(३)　रात दिन होनेका कारण पृथ्वीका परिभ्रमण है।

५२　अतएव इतना हम जान चुके कि पृथ्वीकी एक गति है। अब प्रश्न है कि क्या इसकी और भी कोई गति है? यदि है तो हम किस तरह इसका निर्णय कर सकते हैं? इसके लिये पहले हमें जाच करनी चाहिये कि जिस दृश्यका अनुभव कर आये है उससे कोई भिन्न दृश्य दिखनेमें आते हैं वा नहीं और यदि आते हैं तो पृथ्वीका परिभ्रमण हो उन भिन्न दृश्योंका कारण हो सकता है वा नहीं।

५३　बातको अच्छी तरह समझनेके लिये हम फिर एक कमरेमें चिराग और नारङ्गी रखते हैं और दिवालोंपर चारों ओर तस्वीरें लटकाते हैं। आप पूछेंगे कि हमको तस्वीरसे क्या मतलब?—देखिये, हम उन तस्वीरोंको आसमानके तारे समझेंगे। जिस वृहत अवकाश (space) में सूर्य और पृथ्वी हैं उसके चारों ओर तारे मौजूद है। सूर्यकी चमक दमकके कारण हम दिनमें तारोंको नही देख सकते। नहीं तो रात रहे या दिन रहे आसमानमें सदा

तारे रहते हैं अर्थात् तारे हमको सब समय चारों तरफ ढके हुए हैं। अतएव चिराग और नारङ्गीके चारों ओर तस्वीरें रखनेसे वे तारेके अनुरूप होंगी।

५४. अब अनुमान कीजिये कि चिराग और नारंगी दोनों स्थिर हैं किसीमें परिभ्रमणकी गति भी नहीं है। तब यह स्पष्ट है कि नारंगी के उस आधे अंशपर, जो चिरागकी तरफ है, सदा प्रकाश रहेगा और प्रकाशमय अंशकी तरफ जो तस्वीरें देख पड़ती हैं वही तस्वीरें सदा उधर ही देख पड़ेंगी। इसी तरह यदि पृथ्वी स्थिर रहे तो जहां दिन है वहां सदा दिन रहेगा और जो तारा जिस स्थानपर देख पड़ता है वह तारा उसी स्थानपर सदा देख पड़ेगा। ऐसी हालतमें जो तारे क्षितिज (horizon) के निकट हैं वे सदा क्षितिजके निकट दिखेंगे और जो ऊपर हैं वे ऊपर ही दिखेंगे।

५५. अब यदि नारंगी को मध्यरेखा (equator) पर कहीं एक पिन खोंस देवें और लट्टूकी तरह उसे घुमावें तो हम देख चुके हैं कि नारंगीके उस आधे अंशपर जो चिरागके सम्मुख आता रहेगा, प्रकाश पड़ता रहेगा। यदि किसी समय पिन इस प्रकाशमय अंशके बीचोबीच हो तो नारंगी का आधा परिभ्रमण होने से यह पिन अन्धकारमय अंशके बीचमें चली जायगी। पिन की यह दोनो स्थिति मध्याह्न (दो पहर) और मध्य-रजनी (आधी रात) के अनुरूप है।

५६. अब यह हम अनायास समझ सकते हैं कि सूर्य और पृथ्वी (जो उसके चारों ओर परिभ्रमण करती है) यदि अपने अपने स्थानपर स्थिर रहें और पृथ्वी केवल परिभ्रमण करती रहे इधर उधर चले फिरे नहीं तो पृथ्वीकी एक खास जगहमें प्रत्येक मध्य रजनीको तारेका एक ही खास समूह देख पड़ेगा। किसी एक सूर्योदयके समय जो तारे जिस स्थानपर दिखेंगे वही तारे उसी स्थानपर प्रत्येक सूर्योदयके समय दिखेंगे। इसी प्रकार सूर्यास्तके समय एक ही तारेका समूह प्रत्येक सूर्यास्तको देख पड़ेगा।

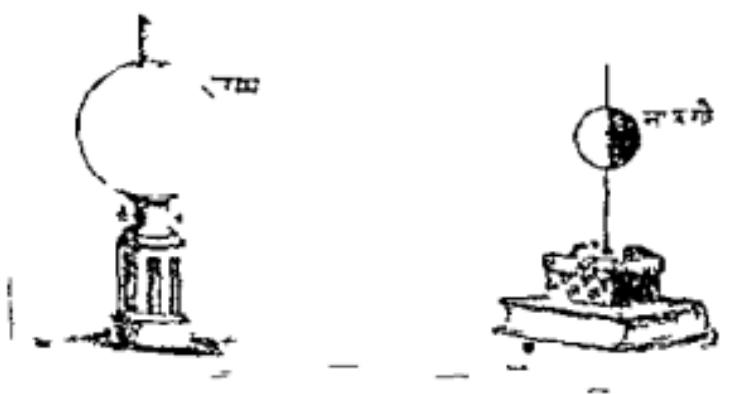
५७ तस्वीरोंको प्रयोग कर यह बात भली भांति समझ लेनी चाहिये क्योंकि यह पीछे हमारे बहुत काम आवेगी।

५८ अब हम इस बातकी खोज लगाते हैं कि आधी रातको क्या हम सदा एक ही तारेके समूहको देखते हैं। यदि प्रत्येक मध्यरजनीको तारेके स्थानोंमें कुछ परिवर्त्तन (अदल बदल) नहीं होता तो हम झट कह सकते हैं कि पृथ्वीके कोई दूसरी गति नहीं है। किन्तु यथार्थ में बात तो यों देखने में आती है—

(१) ग्रीष्म ऋतुकी किसी आधी रातके समय हम जिस तारे के समूहको देखते हैं शीत काल (जाड़े) की आधी रातको दूसरा ही समूह देख पड़ता है। अर्थात् ६ महीनोंमें तारोंकी स्थितिमें हम घोर परिवर्त्तन देखते हैं।

(२) यदि हम लगातार प्रति रातको तारोंके स्थानको

चित्र नं ८—लट्टूका घूमना

चित्र नं ९—पृथ्वीके घूमनेकी दिशा

चित्र नं १०—पृथ्वीके घूमनेसे किस तरह रात दिन होता है उसको लम्प और नारङ्गी लेकर दिखाना

दिवाल क

दिवाल ख

नारंगी

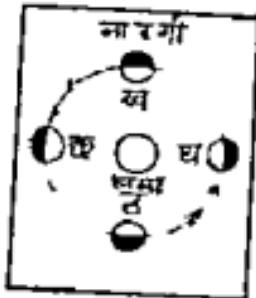
ख

क

लम्प

घ

ट

दिवाल ग

दिवाल ट

चित्र न ११—सूर्यके चारों ओर पृथ्वी किस तरह घूमती है
यह इस चित्रमें दिखाया गया है

चित्र न १२—कान्तिवृत्त [illegible]

बारीकीसे देखें तो चार पांच रात बीत जाने पर मालूम होगा। कि तारे पूर्व्वसे पश्चिमकी ओर धीरे धीरे सरकते हैं :

(२) आज जो तारोंका समूह एक किसी समय दिखता है ठीक एक वर्षके अनन्तर उसी समय फिर वही तारोंका समूह देख पड़ता है।

५८. अब यदि हम नारंगीको चिरागके चारों ओर परिक्रमा दिलावें (जिस तरह चित्र ११ में दिखाया गया है) तो हमकी ऊपर लिखी बातें स्पष्ट हो जायंगी।

[पाठक यहां परिभ्रमण और परिक्रमणमें अन्तर समझ लेवें। एक जगह स्थिर हो कर अपने चारों ओर घूमनेको परिभ्रमण कहते हैं। और एक जगह स्थिर न रह यदि किसीके चारों ओर घूमे तो उसे हम परिक्रमण कहते हैं। जैसे लट्टू परिभ्रमण करता है और गोल मेजके चारों ओर एक मनुष्य परिक्रमा देता है।]

६० चित्र ११ में दिवाल क, दिवाल च, दिवाल ट तथा दिवाल त चारों ओरकी दिवालें हैं। इन सबपर तस्वीरें टंगी हुई हैं जिन्हें हम तारे मानते हैं। हम एक लम्प और नारंगी लेते हैं। लम्पको सूर्य्य तथा नारंगीको पृथ्वी समझते हैं। अब लम्पको कमरेके बीचोबीच रख कर, नारंगीको लम्पके चारों ओर घुमाते हैं। चित्रमें स्थान ख, छ, ठ, थ हो कर नारंगी घूमती है। लम्पको तरफ जो नारंगीका आधा हिस्सा है उसपर प्रकाश रहता है और

परली तरफके हिस्सेमें अन्धकार रहता है। यह प्रकाश और अन्धकार पृथ्वीपर दिन और रातके अनुरूप है। जब नारंगी ख स्थानपर रहती है, तब अन्धकारमय हिस्सेसे (अर्थात् लम्पकी परली तरफसे) दिवाल क की तस्वीरें देख पड़ती हैं। इसी तरह किसी एक रातको सूर्यकी परली तरफके तारोंका समूह देख पड़ता है। जब नारंगी छ स्थानपर चली जाती है, तब अन्धकारमय हिस्से से दिवाल च की तस्वीरें नजरमें आती हैं और दिवाल क की तस्वीरें पहलेकी तरह नहीं दिखतीं। और जब नारंगी ठ स्थानपर चली जायगी तब दिवाल क की तस्वीरें बिलकुल नहीं देख पड़ेंगी और दिवाल ट की तस्वीरें साफ नजरमें आवेंगी। इसी तरह थ स्थानका हाल भी जानिये। जब नारंगी क स्थानपर आती है तब दिवाल क की तस्वीरें फिर साफ दिखने लग जाती हैं।

४१ ठीक इसी तरह पृथ्वी और सूर्यमें घटता है। सूर्य एक जगह स्थिर रहता है और पृथ्वी उसके चारों ओर परिक्रमा देती है। यहां यह कह देना आवश्यक है कि इसी प्रकारका परिणाम पृथ्वीके चारों ओर सूर्यके भी घूमनेसे होगा। किन्तु हम जानते हैं कि वास्तवमें पृथ्वीही सूर्यके चारों ओर परिक्रमा देती है।

---

§ ७—पृथ्वी सूर्य्यके चारों ओर वर्षमें एकवार घूमती है ।

६२. अतएव पृथ्वी केवल दिनमें एक बार अपने अक्षपर परिभ्रमण ही नहीं करती किन्तु सूर्य्यके चारों ओर परिक्रमा भी देती है। पृथ्वीको यह पहली गति होनेके सबब हमलोगोंको इस कारणका पता लगता है कि भारतवर्ष, अमेरीका आदि किसी स्थानसे आसमानको तरफ प्रत्येक दिन एक ही समय लगातार देखनेसे तारोंको स्थितिमें परिवर्त्तन होता देख पड़ता है। हम यह भी जान आये हैं कि तारोंकी स्थितिमें अन्तर एक दो रातमें ही मालूम नहीं होता किन्तु कई रात बीत जाने पर यह परिवर्त्तन मार्केके साथ देख पड़ता है एवम् छः महीनेके अनन्तर तो तारोंके स्थान एकदम बदल जाते हैं। यह भी जान आए हैं कि बारह महीनेके बाद तारे फिर अपने पहले वाले स्थानपर आ जाते हैं। तारोंका जो समूह आज हमको एक समय दिखता है बारह महीने पीछे ठीक वही समूह नज़रमें आता है।

६३. हमारे पाठक इस लिये चित्र ११ से समझ जायंगे कि पृथ्वी सूर्य्यके चारों ओर एक वर्षमें एक बार परिक्रमा देती है। अर्थात् पृथ्वीको परिक्रमा एक वर्षमें खतम होती है।

६४. पृथ्वीको यह घूमनेवाली गति ३६५ दिनोंका एक वर्षके होनेका एकमात्र कारण है।

१८—पृथ्वीकी यह दोनो गतियां एक ही धरातलमें नहीं हैं।

६५ "सूर्यके चारों ओर पृथ्वी किस तरह घूमती है? क्या यह ऊपर नीचे हो कर घूमती है अथवा एक ही धरातल (plane)में?" यह प्रश्न अब आप कर सकते हैं। उत्तर यों है—पृथ्वीका परिक्रमण एक ही धरातलमें होता है और पृथ्वी प्राय समान वेगसे घूमती है। परिक्रमा देते समय पृथ्वी कहीं भी ऊपर नीचे नहीं होती। इस उत्तरको अच्छीतरह समझनेके लिये हम एक तरकीब बतलाते हैं। अनुमान कीजिये कि एक बहुत समुद्रमें पृथ्वी और सूर्य तैरते हैं। इन दोनोंका आधा हिस्सा पानीमें डूबा हुआ है और आधा हिस्सा पानीको सतहके ऊपर है। पृथ्वी तैरती हुई सूर्यके चारों ओर वर्षमें एक बार घूमती है। जैसे जल सदा समस्थल रहता है, वैसे ही पृथ्वीके घूमनेका धरातल भी बराबर समस्थल रहता है और कहीं भी ऊपर नीचे नहीं होने पाता।

६६ हम ऊपर लिखी हुई तरकीबको छोटे रूपमें दिखाते हैं। हम एक बड़ी गेन्द और चार छोटी गेन्द लेते हैं और उनको चित्र १२ की तरह एक कठौतेमें पानी भर कर तैराते हैं। इन सभोंका आधा हिस्सा पानीमें डूबा हुआ है और आधा हिस्सा पानीके ऊपर है। छोटी गेन्दोंमें हमने सीक भी खोंस दी है। बड़ी गेन्द बीचोबीच

रक्खी हुई है। बड़ी गेन्द हमारा सूर्य है। छोटी गेन्द पृथ्वी है। यह चार गेन्दें पृथ्वीकी पूरी परिक्रमाके चार स्थान हैं। और वे सींके पृथ्वीके अक्षके अनुरूप हैं।

६७ अब हम यह दिखलाना चाहते हैं कि पृथ्वी किस तरह एक ही धरातलमें घूमती है। उस कठौतेके जलका तल एक ही धरातलमें है। यह धरातल बड़ी और छोटी गेन्दोंके केन्द्र हो कर जाता है। जिस तरह छोटी गेन्दोंके केन्द्र एक ही धरातलमें है और वह धरातल बड़ी गेन्दके केन्द्र हो कर जाता है उसी तरह पृथ्वीके सब स्थानोंके केन्द्र (जब सूर्यके चारों ओर घूमती है) एक ही धरातलमें रहते हैं और वह धरातल सूर्यके केन्द्र हो कर जाता है। पृथ्वी जिस कक्षा (orbit)पर परिक्रमा देती है उसे क्रान्तिवृत्त (ecliptic) कहते हैं और वह जिस धरातलमें परिक्रमा देती है उसको क्रान्तिवृत्त धरातल (plane of the ecliptic) कहते हैं।

[क्रान्तिवृत्तको हमलोग कभी कभी रविपथ, अर्थात सूर्यका रस्ता, भी कहते हैं। वास्तवमें पृथ्वी ही घूमती है किन्तु अपने को सूर्य ही घूमता हुआ दिखाई देता है। इसी लिये उसे कभी कभी रविपथ कहते हैं।]

६८. हम पहले देख आये हैं कि पृथ्वी अपने अक्षके चारों ओर एक दिनमें एक बार घूमती है। यह दैनिक गति जिस धरातलमें होती है उस धरातलको हम भूमध्यरेखा या नाडीमण्डल धरातल (Plane of the Equator)

कहते हैं। भूमध्यरेखाके धरातलको आकाश तक बढानेसे जो वहां रेखा बनती है उसे नाडीमण्डल वा विषुवद्रेखा कहते हैं। इन दोनों धरातलोंमें क्या सम्बन्ध है यह अब देखना है।

६९ जैसे चित्र १२में दिखाया गया है यदि पृथ्वीका अक्ष बिलकुल खडा या ऊर्ध्वाधार (vertical) हो तो ये दोनों धरातल, भूमध्यरेखाका धरातल तथा क्रान्तिवृत्त धरातल, अर्थात् पृथ्वीके परिभ्रमण करनेका तथा परिक्रमा देनेका धरातल एक ही होंगे।

७० किन्तु वास्तवमें क्या ये दोनों धरातल एक हैं? यदि कल्पना कर लेवें कि ये दोनों धरातल एक हैं तो देखें क्या हालत होती है। पृथ्वी चित्र १२ की तरह घूमेगी। प्रकाश और अन्धकारका विभाग करनेवाला किनारा ध्रुवोंको हमेशा पार करेगा। इस कारण सभी स्थानोंपर दिनमान और रात्रिमान बराबर होंगे अर्थात बारहों महीने दिन और रातके कालम अन्तर नहीं पडेगा। दिन भी बारह घण्टोंका होगा और रात भी बारह घण्टोंकी होगी। किन्तु वास्तवमें यह बात नहीं है। भारत देशमें शीतकाल (जाडे) में रात बड़ी होती है और दिन छोटा तथा गर्मियोंमें दिन बड़ा और रात छोटी होती है। यही बात इङ्गलैण्ड देशमें भी है। इसके सिवा ऋतुम भी फर्क रहता है। भारतमें जब जाडा पडता है उस समय आष्ट्रेलियामें गर्मी पडती है।

७१ अतएव भूमध्यरेखाका धरातल तथा क्रान्तिवृत्त

धरातल एक नहीं है किन्तु भिन्न है अर्थात् चित्र १४की तरह वे तिर्छे है। दोनों धरातल आपसमें तिर्छे मिलते हैं ऐसो ही कल्पना करनेसे दिनमानका न्यूनाधिक (कमी वेशी) होना समझमें आ जाता है। यह बात पीछे खुलासा की गयी है। इस लिए चित्र १५के सदृश पृथ्वीका अच क्रान्तिवृत्त धरातलके ऊपर खड़ा न रह कर सदा झुका रहता है। या यो कहिये कि पृथ्वी क्रान्तिवृत्त धरातलपर खड़ी नहीं घूमती किन्तु झुक कर परिभ्रमण करती है।

६ ६—रात और दिन क्यों छोटे बडे होते हैं।

७२. हम अब कठौतिकी छोड़ कर चित्र १० की तरह पुनः चिराग और नारङ्गीका प्रयोग करते हैं। उस चित्रसे फर्क इतना जरूर रहेगा की नारङ्गीमें खोंसी हुई सींक अब खड़ी न रह झुकी रहेगी। (चित्र १६ देखिये) क्रान्तिवृत्त धरातल चिराग तथा नारङ्गीके केन्द्र हो कर जावेगा।

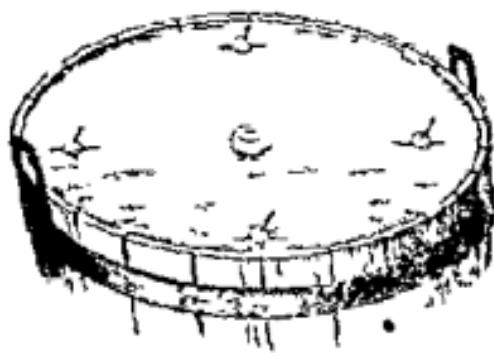
७३. पहले हम यह समझनेकी कोशिश करेंगे कि वर्षको भिन्न भिन्न ऋतुओंमें रात दिन क्यों छोटे बड़े होते हैं। चिरागको एक मेजके बीचमें हम रखते हैं और चित्र १६ की तरह नारङ्गीके ऊपरले सिरेको चिरागकी परली तरफ झुका कर पकड़ते हैं। ऊपरला सिरा उत्तरीय ध्रुव है (पारा४०देखिए) अर्थात् इस तरह झुकानेसे दक्षिणीय ध्रुव चिरागके नज़दीक हो जायगा और उत्तरीय ध्रुव चिरागसे दूर चला जायगा।

७४ अब यदि सींकके चारों ओर नारङ्गीको हम घुमावेंगे तो हम देखेंगे कि उत्तरीय ध्रुवके नजदीक प्रकाश कभी भी नहीं पड़ता और दक्षिणीय ध्रुवके नजदीक प्रकाश सदा रहता है। इसके सिवा यह बात भी दिखेगी कि भूमध्यरेखाके निकटवर्त्ती स्थानोंपर बारोबारी उजियाला और अन्धकार होते हैं। अतएव सूर्य्यके सम्मुख यदि पृथ्वी भी इसी तरह झुकी रह कर घूमे तो उत्तरीय ध्रुवमें सदा रात रहेगी और दक्षिणीय ध्रुवमें सदा दिन रहेगा।

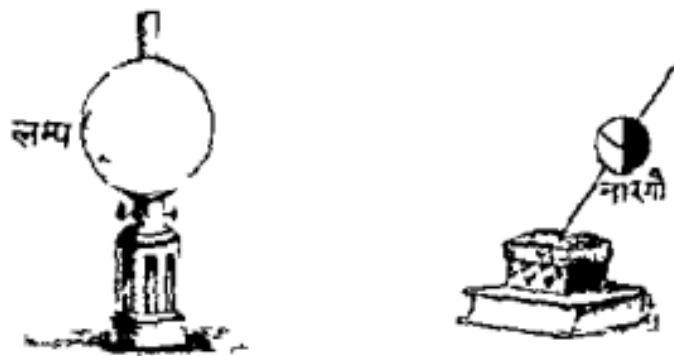
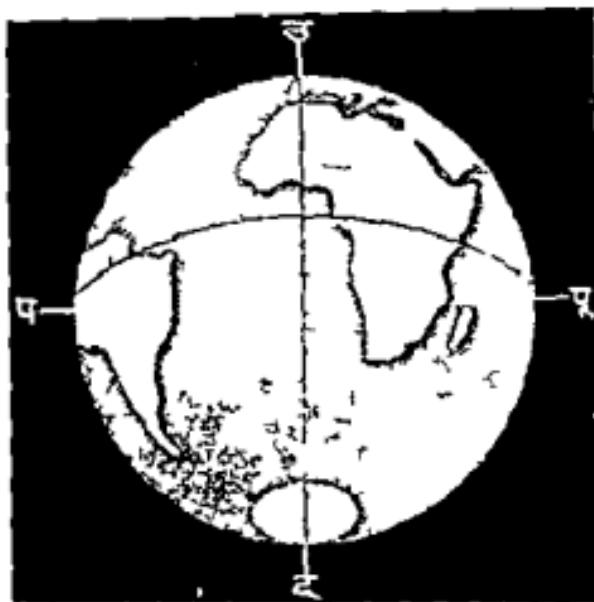
७५ अब हम एक पिन लेते हैं और नारङ्गीमें, मध्यरेखा तथा उत्तरीय ध्रुवके बीचमें किसी जगह, उस पिनको खोंसते हैं। उस नारङ्गीको घुमानेपर हम देखेंगे कि वह पिन प्रकाशमें कम देर रहती है और अन्धकारमें अधिक देर रहती है। अतएव पृथ्वीके ऐसे स्थानपर रातका मान दिनसे अधिक बड़ा होगा। हम यह भी देखते हैं कि उत्तरीय ध्रुवकी तरफ पिनको जितना हम सरकाते हैं उतना ही प्रकाशका मान कम होता जाता है और अन्धकारका मान बढ़ता जाता है। और भी सरकानेसे एक ऐसी जगह आ जाती है जहां पिनपर कभी भी प्रकाश नहीं पड़ता यद्यपि नारङ्गीको हम पूरा घुमा देते हैं।

७६ यदि पिन ठीक मध्यरेखापर खोंस दी जाय तो रात और दिन बराबर मानके होंगे।

७७ यह मध्यरेखाके उत्तरकी बात हुई। अब मध्य-

चित्र न. १३—दो धरातल आपसमें
ऊर्ध्वाधार इस तरह मिलते हैं

चित्र न. १४—दो धरातल तिरछे
इस तरह मिलते हैं

चित्र न. १५—पृथ्वीका अथ क्रान्तिवृत्त
धरातलसे इस तरह तिरछा रहता है

चित्र नं १६—पृथ्वीका अक्ष किस तरह झुका है यह नारङ्गी और लम्प लेकर दिखाना

चित्र नं १७—शीतकालमें सूर्यसे पृथ्वी इस तरह दिखती है (ता० २१ दिसम्बरका दृश्य)

रेखाके दक्षिणमें अर्थात् नीचेकी तरफ यदि पिन खोंसी जाय तो ठीक उलटी बात होती है। प्रकाशका मान अन्धकारसे बड़ा होता है। ज्यों ज्यों पिन नीचेकी ओर सरकाई जाती है त्यों त्यों प्रकाशका मान बढ़ता जाता है एवम् अन्धकारका मान घटता जाता है। फिर एक ऐसा स्थान पहुंच जाता है जहां पिन सदा प्रकाशमय रहती है।

७८ इस लिये यह विदित हो गया कि सींक जब खड़ी रहती है तब रात और दिन सर्व्वत्र बरोबर मानके होते हैं, और जब झुकी रहती है तब रात दिन छोटे बड़े होते है। भारतवर्ष पृथ्वीके उत्तरीय अंशमें है किन्तु भूमध्यरेखाके निकट है। इङ्गलेण्ड भी उत्तरीय अंशमें है लेकिन भूमध्यरेखासे यह बहुत दूर है। यह उत्तरीय ध्रुव और भूमध्यरेखाके प्रायः बीचमें स्थित है। इस लिये भारतवर्षसे कहीं अधिक इङ्गलेण्डके रात दिनके मानमें फर्क पड़ जाता है। जाड़े के दिनोंमें भारतमें रात १३॥ घण्टेकी हो जाती है और दिन १०॥ घण्टेका। इससे अधिक फर्क नहीं पड़ता। किन्तु इङ्गलेण्डमें जाड़े के दिनोंमें रात १८ घण्टेकी हो जाती है और दिन ६ घण्टेका। अतएव हम जिस तरह लिख आये हैं उसी तरह जाड़े के दिनोंमें पृथ्वीका अक्ष सूर्य्यकी परली तरफ झुका रहता है।

७९. किन्तु यह स्थिति हमेशा नहीं बनी रहती, क्यों कि हम जानते हैं कि हमारे यहां सदा जाड़ा नहीं पड़ता। जाड़े के अनन्तर वसन्त ऋतु आती है और २२वीं मार्चको रात और

दनका मान समान हो जाता है। तत्पश्चात् ग्रीष्म ऋतु आती है जिस समय दिन बड़ा और रात छोटी होती है अर्थात् जाड़े के समयका ठीक उलटा आचरण इस समय होता है। तीन महीने पीछे शरदका आगमन होता है जिस ऋतुके २२वां सितम्बरको पुन. रात दिनका मान समान हो जाता है। इनका क्या कारण है? हम फिर चिराग और नारङ्गी लेते हैं। हमने पहले जाड़े का दृश्य दिखलानेके लिये सींकको चिरागकी परली तरफ झुकाया था। अब हम ठीक उलटी बात करते हैं; नारङ्गीके ऊपरले सिरेको चिरागकी तरफ झुकाते हैं या यों कहिये कि उत्तरीय ध्रुवको चिरागकी तरफ झुकाते हैं। ऐसा करनेसे हम देखते हैं कि पृथ्वीके उत्तरीय अंशमें दिन बड़ा और रात छोटी होती है। यह ग्रीष्म ऋतुका दृश्य उपस्थित हो गया। इस लिये हमने यह सिद्धान्त निकाला—जब पृथ्वीका उत्तरीय ध्रुव सूर्य्यकी तरफ झुका रहता है तब दिन बड़ा और रात छोटी होती है। जब अक्ष खड़ा रहता है और उत्तरीय ध्रुव ठीक ऊपर रहता है तब रात दिन समान होते हैं। जब यह ध्रुव चिरागकी दूसरी तरफ झुकता है तब दिन छोटा और रात बड़ी होती है।

किन्तु पृथ्वीका अक्ष इस तरह मनमानी तौरसे इधर उधर नहीं होता रहता कारण पृथ्वीका अक्ष उत्तर दिशामें जो ध्रुवतारा है उसकी ओर सदा अचल रहता है।

८०. इस लिए अब हमको दूसरा उपाय सोचना चाहिये। पृथ्वीका अक्ष सदा एक ही ओर झुका रहता है, झूलता नहीं है यह हमको ध्यान रखना चाहिये। अब नारङ्गीकी सींकको सदा एक ही ओर झुका कर चित्र १५को तरह हम चिरागके चारों ओर नारङ्गीको घुमाते हैं। ऐसा करनेसे हम देखेंगे कि सब बातें समझमें आ जाती हैं।

८१. नारङ्गीको जिस स्थितिमें सींक सूर्य्यकी परली तरफ झुकी रहती है उस स्थितिमें उत्तरार्द्धकी तरफ दिन छोटा और रात बड़ी होगी। यह स्थिति शीतकालके अनुरूप है। चित्र १७ देखिये।

८१ (क) जब नारङ्गी चौथाई परिक्रमा दे चुकेगी तब नारङ्गीकी स्थिति बिलकुल भिन्न हो जाती है। हम देखते हैं कि प्रकाश और अन्धकारका किनारा ध्रुवोंके बीच हो कर जाता है। इस लिए सब जगह प्रकाश और अन्धकारका मान बराबर हो जाता है। अर्थात् रात और दिन समान हो जाते हैं। यह शरद ऋतुमें २२वीं सितम्बरके अनुरूप है। चित्र १८ देखिये।

८२. चौथाई परिक्रमा और लगानेसे सींकका ऊपरला हिस्सा सूर्य्य (चिराग) की ओर झुक जाता है और दिन बड़ा तथा रात छोटी हो जाती है। यह स्थिति ग्रीष्म ऋतुके अनुरूप है। चित्र १८ देखिये।

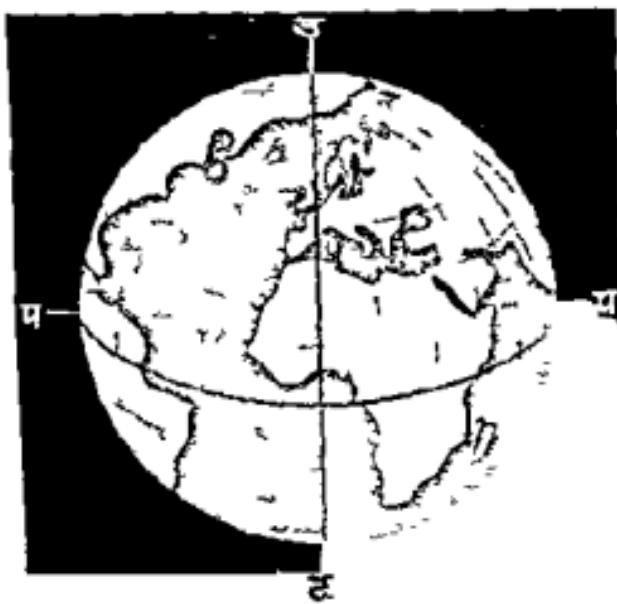
८३. अब नारङ्गी यदि चौथाई परिक्रमा और देवे तो

फिगर ८१(क)में जिस स्थितिका वर्णन है ठीक उसी प्रकारकी स्थिति हो जाती है एवम् रात दिन समान हो जाते है। यह स्थिति वसन्त ऋतुके २२वीं मार्चको आती है। चित्र २० देखिये।

८४। वसन्त तथा शरदमें हम देख आये हैं, कि एक एक दिन ऐसा आता है जब रात दिन समान मानके होते हैं। उन दिनोंको सायन (Equinoxes) कहते हैं एवम् क्रमसे वसन्त तथा शरदके सायन सायन मेष तथा सायन तुला कहलाते हैं।

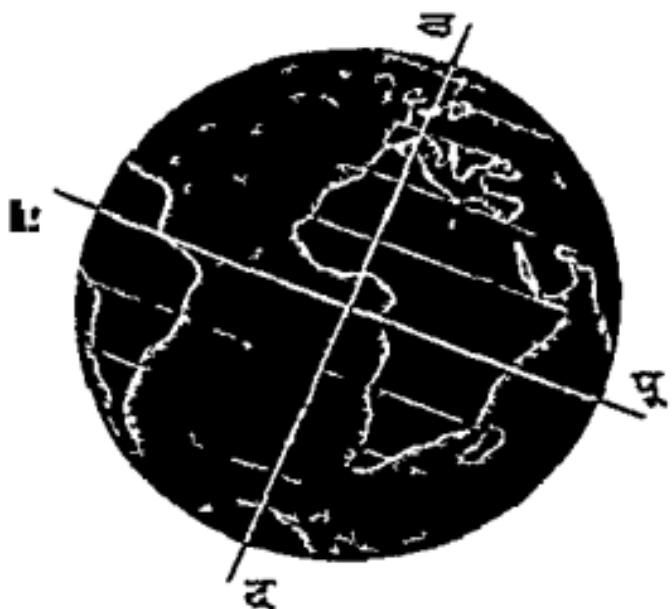
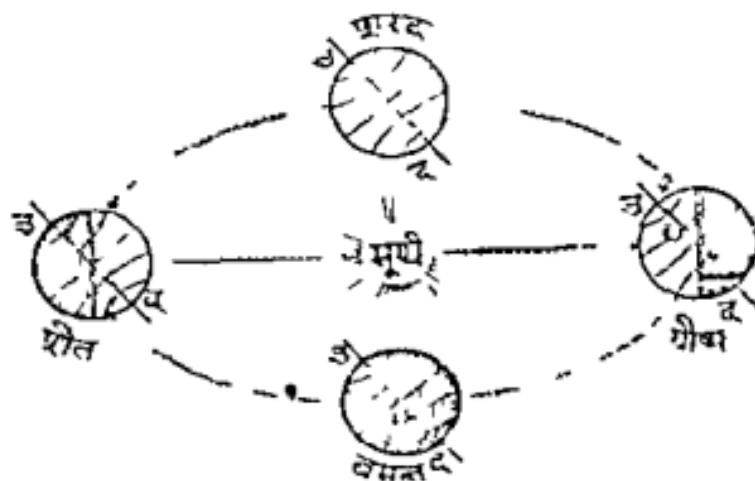
८५ ग्रीष्म ऋतुके समय पृथ्वीके उत्तरीय ध्रुवके आस पासकी जगह यानी अ गपर पृथ्वीके पूरा परिभ्रमण कर लेने पर भी वहां सूर्यका प्रकाश सदा रहता है। और उस भागमें अन्धकार बिलकुल नहीं होता। क्योंकि सूर्य पृथ्वीके पूरा घूमने पर भी क्षितिजके ऊपर ही हमेशा रहता है। जाड़के समय ठीक विपरीत बात होती है। उत्तरीय ध्रुवके आसपास सदा अन्धियारा रहता है। इस लिये उत्तरीय ध्रुवके निकटवर्त्ती छ महीने दिन और छ महीने रात रहती है। इसी तरह दक्षिणीय ध्रुवका भी हाल जानिये। जब उत्तरीय ध्रुवमें दिन रहता है तब दक्षिणीय ध्रुवमें रात रहती है।

• ——— •

चित्र न १८—शरद् ऋतुमें सूर्यसे पृथ्वी इस तरह दिखती है (ता २२ सितम्बरका दृश्य)—सायन तुला

चित्र न १९—ग्रीष्म ऋतुमें सूर्यसे पृथ्वी इस तरह दिखती है (ता २२ जूनका दृश्य)

चित्र नं २०—वसन्त ऋतुमें सूर्यसे पृथ्वी इस तरह दिखती है (ता २३ मार्चका दृश्य)—सायन मेष

चित्र नं २१—सूर्यके चारों ओर पृथ्वीका घूमना और ऋतुओंका होना

§ १०—ऋतुओंके कारण।

८६. हम देख आये हैं कि रात और दिन क्यों छोटे बड़े होते हैं। अब प्रश्न है कि ऋतुओंके क्या कारण हैं? आज हमें गर्मी मालूम होती है और धीरे धीरे गर्मी हट कर छ महीने बाद शीत (जाडा) लगने लग जाता है। और फिर कई महीनोंके अनन्तर गर्मी बोध होने लग जाती है शीत, वसन्त, ग्रीष्म और शरद यह चार ऋतुएं बारीबारी आती हैं—इनका क्या कारण है?

८७ इन ऋतुओंके दो सबब हैं :—

(१) यह नियम है जब सूर्य्यकी किरणें हमारे ऊपर ऊर्ध्वाधार या सीधी (खडी) पड़ती है तब अधिक ताप पड़ता है और जब किरणें तिर्छी आती हैं तब कम। जब उत्तरीय ध्रुव सूर्य्यकी तरफ झुका रहता है तब उत्तरीय अंशपर किरणें खड़ी पड़ती हैं और उस समय ताप अधिक पड़नेके कारण वहां ग्रीष्म ऋतु होती है और जब उत्तरीय ध्रुव सूर्य्यकी दूसरी तरफ झुक जाता है तब उत्तरीय अंशपर किरणें टेढी वा तिर्छी पडनेके कारण वहां ताप कम पड़ता है और उस समय शीत ऋतु होती है। इसी लिये ग्रीष्म ऋतुमें सूर्य्य दोपहरके वक्त ठीक ऊपर चला आता है। किन्तु जाड़े में सूर्य्य नीचे जरा क्षितिजकी ओर ही रहता है अर्थात क्षितिजकी ओर बहुत कुछ झुका रहता है।

(२) जब दिन बड़ा होता है और रात छोटी होती/ तब हररोज़ सूर्य्य २४ घण्टोंमें क्षितिजके नीचे जितनी दे रहता है उसकी अपेक्षा क्षितिजके ऊपर अधिक देर रहता है इस लिये ताप हर रोज अधिक पड़ता है और अपनेको गर्म मालूम होती है। जब दिन छोटा होता है और रा बड़ी तब सूर्य्य अधिक देर नीचे ही रहता है और दिन ताप कम पड़ता है और हमको जाड़ा लगता है।

८८. वसन्त ऋतु और शरदके समय रात और दिन बरोब मानके होते हैं इस लिये गर्मी और ठंड दोनों समान लगते हैं ग्रीष्म ऋतुका आभास शरदके समय रह जाता है इस लिये शरदमें वसन्त ऋतुकी अपेक्षा गर्मी अधिक मालूम होती है।

८९. यह समझना कुछ मुशकिल नहीं है कि पृथ्वीके उत्तरीय अंशमें जब ग्रीष्म ऋतु रहती है तब दक्षणीय अंशमें शीत रहता है।

§ ११—पृथ्वीसे तारोंकी गति किस तरह दिखती है।

९०. आकाशमें उत्तरको तरफ एक तारा है जो सदा स्थिर रहता है और उसको हम उत्तरीय ध्रुव तारा कहते हैं। इसी प्रकार दक्षिणकी तरफ भी आकाशमें एक ऐसा ही स्थान है जो हमेशा स्थिर मालूम होता है। पृथ्वीके एक बार परिभ्रमण या परिक्रमण कर जाने पर भी इन स्थानोंमें परिवर्त्तन नहीं होता।

९१. इसके स्थिर रहनेका कारण यह है कि पृथ्वी जिस

अक्षके चारों ओर हर रोज घूमती है वह अब इन ध्रुवोंके सोधमें स्थित है। अतएव जब हम पृथ्वीके उत्तरीय ध्रुवके समीप रहें तब वह ध्रुव तारा हमारे ठीक सिरके ऊपर अर्थात् खस्वस्तिक (zenith)में दिखेगा। वहासे और सब तारे क्षितिजके समानान्तर (parallel) उस ध्रुव ताराके चारों ओर घूमते देख पड़ेंगे (चित्र २८ देखिए)। जब हम भूमध्य रेखापर खड़े हो कर देखेंगे तब ध्रुव तारा ठीक क्षितिजपर दिखेगा और कुल तारे पूरबसे पश्चिमकी तरफ ऊर्ध्वाधार वा खड़े घूमते हुए दिखेंगे। (चित्र २३ देखिए)।

८२ ध्रुव और भूमध्यरेखाके बीचवाले किसी स्थानपर खड़े हो कर देखनेसे ध्रुव तारा आकाशमें खस्वस्तिक वा शिरोबिन्दु (zenith) तथा क्षितिजके बीचमें किसी स्थानपर देख पड़ेगा। इस लिये वहांसे तारे तिर्छे घूमते हुए दिखेंगे।

८३ भारतवर्ष पृथ्वीके उत्तरीय अंशमें होनेके कारण हम लोग उत्तरीय ध्रुव आकाशमें देखते हैं। यदि हम दक्षिणीय अंशमें चले जाय (यथा अष्ट्रेलियामें)तो वहां हमलोगोंको दक्षिणीय ध्रुव देख पड़ेगा और तारे उसके चारों ओर घूमते हुए दिखेंगे।

८४ यहां यह जान लेना आवश्यक है कि आकाशके बीचमें तारोंकी दूरीसे तुलना करनेपर पृथ्वीका आकार एक बिन्दुके समान होगा। इसी लिये पृथ्वीके किसी स्थानसे देखने पर आकाशका अर्द्धांश (आधा हिस्सा) हमको देख पड़ता है।

दूसरा भाग।

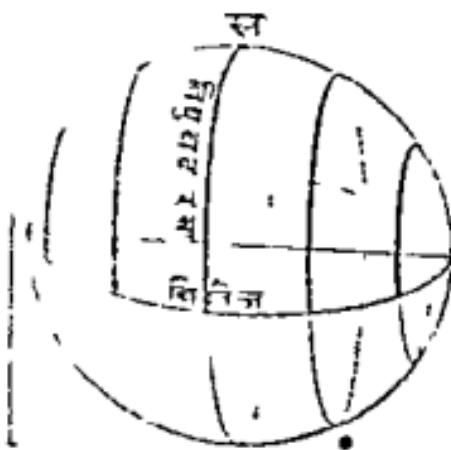
चन्द्रमा और उसकी गति।

१—चन्द्रमा पृथ्वीके चारों ओर घूमताहै।

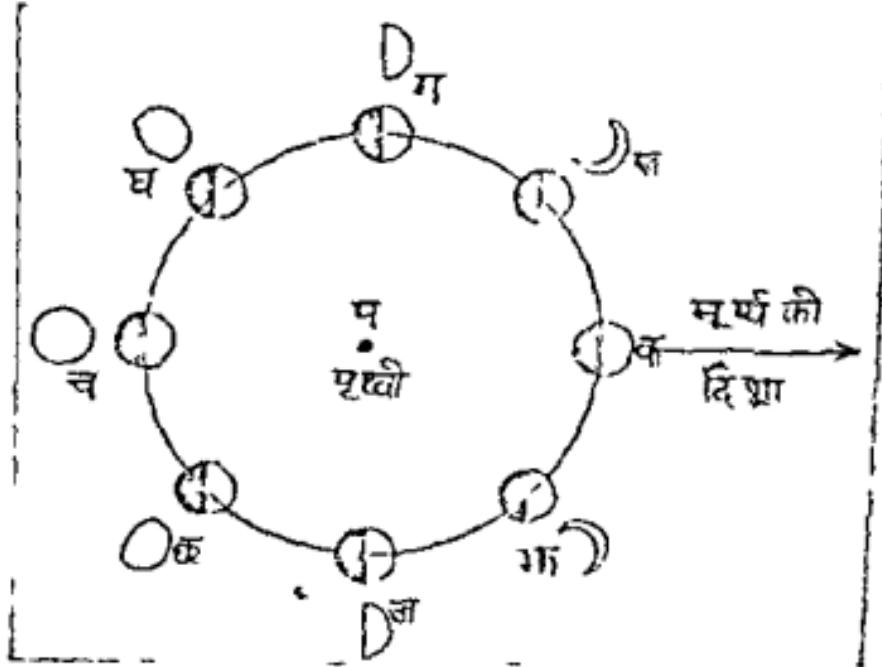
८५ अब हम पृथ्वीके आकार तथा गतिसे परिचित हो गये हैं। हम जान गये कि इसके दो प्रकार की गतियां हैं एक तो अपने अक्षके चारों ओर चौबीस घण्टेमें एकबार परिभ्रमण करना और दूसरी सूर्यके चारों ओर एक वर्षमें परिक्रमा देना।

८६. हम यह भी देख चुके हैं कि इन दो वास्तविक गतियोंसे सूर्य और तारोंकी दो अवास्तविक गतियां सम्मुख उपस्थित होती हैं। एक तो उनका दैनिक उदय होना तथा अस्त होना और दूसरी तारोंका वर्षमें एक बार घूमना।

८७ यह तो हुआ पृथ्वीके विषयमें। अब हम चन्द्रमाके विषयमें कुछ कहेंगे जो सूर्यके इतना बड़ा हमको दिखता है और ठण्डी रोशनी यहां पहुंचाता है।

चित्र न २२—पृथ्वीके उत्तरीय ध्रुवमे आकाश इस तरह दिखता है

चित्र न २३—भूमध्यरेखामें आकाश इस तरह दिखता है

चित्र नं॰ २४—उत्तरीय ध्रुवताराके चारों ओर सप्तर्षि तारे रात भरमें इस तरह परिक्रमा देते हैं

ग
ख
घ
प
पृथ्वी
च
क
सूर्य की दिशा
छ
ज
झ

चित्र नं॰ २५—पृथ्वीके चारों ओर चन्द्रमाका घूमना और चन्द्रमाकी कलाएं

८८. एक किसी साफ रातको चन्द्रमाकी तरफ निगाह डालिए। आसपासके तारोंको गौर कर देखिये कि चन्द्रमा किससे कितनी दूरपर दिखता है। यदि हम इसे तीन चार घण्टे बाद अथवा दूसरे दिन फिर देखें तो हमको तुरन्त अवगत हो जायगा कि चन्द्रमाकी स्थिति पूर्व्ववत् नहीं है। कई तारोंसे चन्द्रमा दूर चला गया है और कईके नज़दीक। तारोंके बीच चन्द्रमा हमको पूरबकी तरफ सरकता हुवा दिखेगा। यह हर रोज पौन घण्टेसे लगा कर एक घण्टा तक देरसे उदय होता हुआ देख पड़ेगा अर्थात् आज यदि ७ बजे उदय हुआ है तो कल ८ बजेके कुछ पहले उदय होगा। इसी तरह रोज करीब एक घण्टाके पीछे उदय होगा। यदि किसी दिन हम इसे सूर्य्यास्त (शाम)के समय उदय होता देखें तो करीब ६ दिन पीछे हम चन्द्रमाको आधी रातके समय उदय होता देखेंगे। करीब और ६ दिन पश्चात् सूर्य्योदय होनेके थोड़े ही पूर्व्व उदय होता देख पड़ेगा। तदनन्तर सूर्य्यके बगलमें निकल कर दो दिन पीछे सूर्य्यास्त (शाम)के समय पश्चिमकी तरफ दिखेगा। पश्चिममें इस तरह दिखनेके करीब १२ रोज बाद चन्द्रमा पुनः शामके वक्त उदय होता देख पड़ेगा। अतएव चन्द्रमाको करीब ३० दिनोंमें एकबार घूमते हुए हम देखेंगे।

८९. अब हमको देखना है कि इन बातोंको किस तरह हम समझ सकते हैं। इनको समझनेके लिये हम पुनः

नारङ्गी (पृथ्वी) और चिराग़ (सूर्य) लेते हैं और इनके सिवा चन्द्रमाके लिये एक छोटी गेन्द भी लेते हैं। अब पृथ्वी रूपी नारङ्गीको स्थिर रख उस चन्द्रमा रूपी गेन्दको नारङ्गीके चारों ओर एक वृत्तमें घूमाते हैं। इस गेन्दको नारङ्गीके चारों ओर वैसे ही घूमाते हैं जैसे सूर्यके चारों ओर पृथ्वी घूमती है।

१००. अब देखें इस गतिसे सब बातें समझमें आती हैं या नहीं। स सूर्य और प पृथ्वी है। पके चारों ओर च चन्द्रमा घूमता है। चित्र २५में चके घूमनेको ८ स्थिति दिखायी गयी है। अब यदि चन्द्रमा क स्थानपर रहे तो यह सूर्यकी तरफ होनेके कारण उसके साथ साथ उदय होगा और अस्त होगा। पृथ्वीको घुमानेसे यह साफ जाहिर हो जाता है। थोड़े दिन पीछे जब चन्द्रमा ख स्थानपर चला जायगा तब हम देखेंगे कि सूर्यके उदय होनेसे कई घण्टे पीछे चन्द्रमा उदय होगा—अथवा यों कहिये सूर्यके अस्त होनेके करीब ३ घण्टे पीछे चन्द्रमा अस्त होगा। जब ग स्थानपर चन्द्रमा पहुंचता है तब सूर्यके उदय होनेके करीब ६ घण्टे पश्चात् चन्द्रमा उदय होगा। यों ही करीब १५ दिन बाद जब च स्थानपर पहुंचेगा तब सूर्यास्तके समय चन्द्रमा उदय होता देख पड़ेगा। फिर पूरबकी तरफ घूमता हुआ चन्द्रमा पुनः क स्थानपर पहुंच जायगा। यह घूमना करीब २८॥ दिनोंमें खतम होता है। यही बातें हम ९८में देख चुके हैं।

§ २— चन्द्रमाकी कलाएं।

१०१ जैसे चिराग़ और सूर्य्यसे अपने ही आप प्रकाश निकलता है वैसे चन्द्रमा स्वयम् प्रकाशमान नहीं है। चन्द्रमा पृथ्वीकी तरह ज्योतिर्विहिन है अर्थात् इससे कोई रोशनी नहीं निकलती। अब आप प्रश्न कर सकते है कि चन्द्रमा यदि ज्योतिर्विहिन है अर्थात् इसमें चिराग़की तरह कोई प्रकाश नहीं है तो कैसे इससे रोशनी निकलती है? इसका उत्तर इस प्रकार है—हम जानते हैं कि एक दर्पणको किसी चिराग़ या सूर्य्यके सामने रखें तो वहांसे एक प्रतिबिम्ब (reflection) पड़ता है। चिराग़ वा सूर्य्यकी रोशनी दर्पण पर पड़ कर दूसरी ओर प्रतिबिम्बित होती है और इस तरह मालूम होती है मानो वह रोशनी दर्पणसे ही निकलती है। इसी तरह सूर्य्यकी किरणें चन्द्रमाके पृष्ठपर पड़ती है और हमारी ओर प्रतिबिम्बित होती है। यही हमें देख पड़ती है। चन्द्रमासे देखनेवालेको पृथ्वीसे भी इसी तरह प्रकाश निकलता हुआ दिखेगा। सूर्य्यकी किरणें पृथ्वीपर पड़ कर चन्द्रमाकी ओर प्रतिबिम्बित होती हैं। अतएव चन्द्रमाकी रोशनीका कारण सूर्य्यका प्रकाश है।

१०२. चन्द्रमाका आकार यद्यपि सूर्य्यसे वास्तवमें बहुत छोटा है तथापि चन्द्रमा हमारे बहुत निकट होनेके कारण

इसका आकार सूर्य्यके वरावर देख पड़ता है। जैसे पृथ्वीका आधा अंग सूर्य्यद्वारा प्रकाशमय और आधा अंग अन्धकारमय हो जाता है उसी तरह चन्द्रमाका भी आधा अंग (जो सूर्य्यकी तरफ है) प्रकाशमय और आधा हिस्सा (सूर्य्यसे परली तरफका) अन्धकारमय हो जाता है।

१०३ अब प्रश्न है कि चन्द्रमाका आकार कभी शृङ्गाकार और कभी बिलकुल पूरा दिखता है उसका क्या कारण है? क्या वास्तविक चन्द्रमाके आकारमें घटा बढ़ी होती है? उत्तर है, नहीं। चन्द्रमाका आकार सदा एकसा रहता है किन्तु हमको इसके प्रकाशमय अंगका न्यूनाधिक हिस्सा ही केवल देख पड़ता है। यह बात आगे चल कर समझमें आवेगी।

१०४. हम जानते हैं कि पूर्णिमाके दिन चान्द सूर्य्यकी तरह एकदम पूरा दिखता है। उस दिन जब सूर्य्यका अस्त होता है तब चन्द्रमाका उदय होता है और सूर्य्योदयके समय यह छिपता हुआ देख पड़ता है। उस दिन पृथ्वी ठीक सूर्य्य और चन्द्रमाके बीचमें रहता है इधर उधर नहीं अर्थात् चन्द्रमा सूर्य्यकी परली तरफ दिखता है। चित्र २५में जब चन्द्रमा च स्थानपर रहता है तभी पूर्णिमा होती है। उस स्थितिमें चन्द्रमाका आधा अंग जो सूर्य्यकी तरफ है वह प्रकाशमय है और दूसरी तरफका आधा अंग अन्धकारमय है। पृथ्वीसे हमको भी ठीक वही प्रकाशमय अंग दिखता है। अतएव हमको चन्द्रमा पूर्ण बोध होता है।

१०५. चित्र २५ में पृथ्वीके चारों ओर चन्द्रमाके घूमनेकी कक्षा भी दिखायी गयी है। चन्द्रमाका आधा अंश जो वृत्तके भीतर है वही पृथ्वीसे दिखता है। वृत्तके बाहरका आधा अंश पृथ्वीसे नहीं दिखता। इसी तरह चित्रमें चन्द्रमाका जो आधा अंश सफेद रखा गया है उसपर सूर्य्यका प्रकाश पड़ता है और आधा अंश जो काला रखा गया है वह अन्धकारमय रहता है। ऊपर कह आये हैं कि च स्थानपर चन्द्रमाका प्रकाशमय अंश वृत्तके भीतर होनेके कारण हमको वह पूरा दिखता है।

१०६. पूर्णिमाके पश्चात् चन्द्रमा सूर्य्यास्तके समय नहीं उदय होता यह हम देख चुके हैं। करीब चार दिन पीछे चन्द्रमा छ स्थानपर चला जाता है और शाम होनेके बाद तीन चार घण्टे पीछे उदय होता है। उस रोज चन्द्रमा पूरा नहीं दिखता किन्तु पौना हिस्सा (अर्थात् बारह आना) ही प्रकाशमय गोचर होता है। उस रातको यह बोध होता है कि इसका चार आना लोप हो गया। चित्र २५ देखनेसे मालूम हो जायगा कि वृत्तके भीतरवाला अंश जो पृथ्वीसे दिखता है उसका चार आना (चतुर्थांश) अन्धकारमय है और बारह आना प्रकाशमय है। इसीलिये चन्द्रमाका बारह आना हिस्सा ही हमको देख पड़ता है।

१०७. पूर्णिमाके प्रायः एक सप्ताह पीछे यदि चन्द्रमाको देखें तो यह आधी रातको उदय होता दिखेगा। उस रोज

चन्द्रमा आधा दिखता है। उसका कारण यह है कि चन्द्रमाका जितना अंश पृथ्वीसे दिखता है (अर्थात् जो हमसे भीतर है) उसके आधे हिस्से पर ही प्रकाश पड़ता है और आधा हिस्सा अन्धकारमय रहता है। अतएव चन्द्रमाका केवल आधा हिस्सा देख पड़ता है।

१०८ पूर्णिमाके ग्यारह बारह दिन पश्चात् रातके करीब तीन बजे या यों कहिए कि सूर्य्योदय होनेके कई घण्टे पूर्व चन्द्रमा उदय होता है। इसके भीतरवाले अंशके केवल चार आने हिस्सेपर प्रकाश पड़ता है और इसके बाहरवाले अंशपर बाकीका बारह आना प्रकाश पड़ता है जो हमको बिलकुल नहीं देख पड़ता है। इस लिये चन्द्रमाकी आकृति बहुत छोटी हो जाती है। बारह आना लोप हो जाता हुआ बोध होता है (अन्धकार हो जानेके कारण) और हमको केवल चार आना दिखता है। इस समय चन्द्रमा शृङ्गाकार (crescent) देख पड़ता है।

१०९ पूर्णिमा करीब पन्द्रह दिन पीछे अमावस्याकी रात आती है और उस रातको चन्द्रमा बिलकुल नहीं दिखता। इसका क्या कारण है? उस दिन चन्द्रमा क स्थानपर चला जाता है। चित्रसे साफ मालूम होता है कि प्रकाशमय अंश इससे बिलकुल बाहर है और पृथ्वीकी तरफ केवल अन्धकारमय अंश है। अतएव उस स्थानपर चन्द्रमा अगोचर हो जाता है। अमावस्याके दिन पृथ्वी तथा सूर्य्यके बीचमें

चन्द्रमा आ जाता है। इस रातको चन्द्रमा सूर्य्यके साथ छिपता है और सूर्य्यके साथ ही उसका उदय होता है। इस तरह १५ दिनामें चन्द्रमाकी कलाएं घटती घटती बिलकुल लोप हो गयी। इन १५ दिनोंको कृष्णपक्ष अथवा "बदी" कहते हैं।

११० अमावस्याके पश्चात् चन्द्रमाकी कलाए बढ़ने लगती हैं अर्थात् उस दिनके बाद शुक्ल पक्ष वा "सुदी" आरम्भ होती है। क्रमश ख, ग घ आदि स्थानोंपर चन्द्रमा पहुंचता है और झ, ज छ, आदि स्थानोंकी तरह चार आना, आठ आना, बारह आना आदि हिस्से देख पड़ते हैं। अन्तमें अमावस्याके करीब १५ दिन बाद चन्द्रमा ध स्थानपर पहुंच जाता है और पुन पूर्णिमा आ जाती है।

१११ यह सब घटना बढना हम चिराग, नारङ्गी और गेन्दकी मददसे भी देख सकते हैं। अब हम यह सिद्धान्त निकालते हैं कि चन्द्रमा पृथ्वीके चारों ओर करीब २८॥ दिनोंमें एक बार घूमता हुआ देख पडता है। वास्तवमें चन्द्रमा २७॥ दिनोंमें घूमता है। यह उनके वास्तविक घूमनेका समय है। किन्तु पृथ्वीकी वार्षिक चालके कारण करीब दो दिन अधिक लगते हुए देख पड़ता है। यदि पृथ्वी स्थिर रहती तो २७॥ दिन ही लगते हुए दिखते।

---

§ ३—ग्रहण।

११२ हम देखते हैं कि कभो चन्द्रमाका बिलकुल या उसका कई भाग ग्रास हो जाता है और कभो सूर्य्यका। उसको हम चन्द्रग्रहण और सूर्य्यग्रहण कह कर पुकारते है। अब प्रश्न है इस तरह ग्रहण लगनेका क्या कारण है?

११२ चन्द्रग्रहण—हम पहिले चन्द्रग्रहणके कारण की खोज करते हैं। हम सीख चुके कि पृथ्वीके चारों ओर चन्द्रमा परिक्रमा देता है और चन्द्रमा एक स्वयम् प्रकाशमान वस्तु नहीं है अर्थात् इससे अपने आप रोशनी नहीं निकलती। इसको रोशनीका कारण केवल मात्र सूर्य्य है जिसकी किरणें चन्द्रमाके पृष्ठपर पड़ कर पृथ्विकी तरफ प्रतिबिम्बित होती हैं। चित्र २५ देखनेसे स्पष्ट है कि चन्द्रमा जब च स्थानपर रहता है तब सूर्य्य और चन्द्रमाके बीचपृथ्वी आती है। अर्थात् पूर्णिमाके रोज पृथ्वी और सूर्य्य एक ही तरफ रहते हैं।

'११४ पृथ्वी बीचमें आनेसे यह सूर्य्यकी किरणोंको रोकती है और चित्र २६ देखनेसे बोध होगा कि पृथ्वीके कारण प से लगातार क तक छाया हो जाती है। वहां सूर्य्य स से कोई किरणें पहुंचने नहीं पातीं और प से क तक प्रच्छाया (umbra) या बिलकुल अन्धकार रहता है। यदि चन्द्रमा च इस छायासे बाहर रहे तो उसके

प्रकाशमय अंशपर कहीं अन्धकार नहीं होता। किन्तु चन्द्रमाका पथ प क के भीतर भी है। इस लिये चन्द्रमाका जो हिस्सा इस छायाके भीतर रहता है वहां अन्धकार हो जाता है और चन्द्र ग्रहण लगता है। अतएव सूर्य और चन्द्रमाके बीचमें पृथ्वीके रहनेके कारण चन्द्र ग्रहण लगता है। यदि चन्द्रमा छायाके भीतर पूरा आ जाय तो पूर्ण ग्रहण (Total Eclipse) लग जाता है।

११५ चित्र २५ देखनेसे मालूम होगा कि पृथ्वी केवल पूर्णिमाके दिन सूर्य और चन्द्रके बीचमें आती है और किसी समय नहीं। इस लिये चन्द्रग्रहण केवल पूर्णिमाके दिन लगता है और किसी रोज नहीं। चित्र २७में एक चिराग और नारङ्गी ले कर दिखाया गया कि किस तरह गेन्द छायामें आनेसे उसपर अन्धकार हो जाता है। यह गेन्दकी स्थिति ठीक चन्द्रग्रहणके अनुरूप है।

११६ सूर्यग्रहण—चित्र २५ देखनेसे स्पष्ट है कि क स्थानपर पृथ्वी और सूर्यके बीचमें चन्द्रमा आ जाता है। पृथ्वीकी तरह चन्द्रमा भी सूर्यकी किरणोंको रोकता है और सूर्यको परली तरफ एक छाया बनती है। यह छाया चित्र २६के य क की तरह है। पृथ्वीपर यदि यह प्रच्छाया पड़े तो पृथ्वीके उस स्थानसे सूर्य नहीं दिखेगा। अतएव पृथ्वी और सूर्यके बीचमें चन्द्रमा आ जानेके कारण सूर्यग्रहण लगता है। सूर्यग्रहण की स्थिति चित्र २८में चिराग गेन्द और नारङ्गी

द्वारा दिखाये गये है। यह स्थिति केवल अमावस्याके रोज हो सकती है क्योंकि केवल अमावस्याके दिन पृथ्वी और सूर्यके बीचमें चन्द्रमा आता है। इस लिये सूर्यग्रहण केवल अमावस्याके रोज लगता है और किसी रोज नहीं।

११७. अब आप पूछ सकते हैं कि यदि ऐसी ही बात है तो प्रत्येक पूर्णिमा और अमावस्याको चन्द्रग्रहण और सूर्यग्रहण क्यों नहीं लगते? क्योंकि यह स्पष्ट है कि प्रत्येक पूर्णिमाको सूर्य और चन्द्रमाके बीचमें पृथ्वी आती है और प्रत्येक अमावस्याको पृथ्वी और सूर्यके बीचमें चन्द्रमा आता है? उत्तर—हां, ऐसा ही होता, सूर्यग्रहण और चन्द्रग्रहण यों ही प्रत्येक मास लगते, किन्तु सूर्य और पृथ्वीको जो लकीर मिलाती है उससे चन्द्रमा कभी इधर उधर रह जानेके कारण ग्रहण नहीं लगते। ग्रहण न लगनेका एक और कारण यह भी है कि चन्द्रमासे जो छाया बनती है उससे बाहर ही प्रायः पृथ्वी रह जाती है।

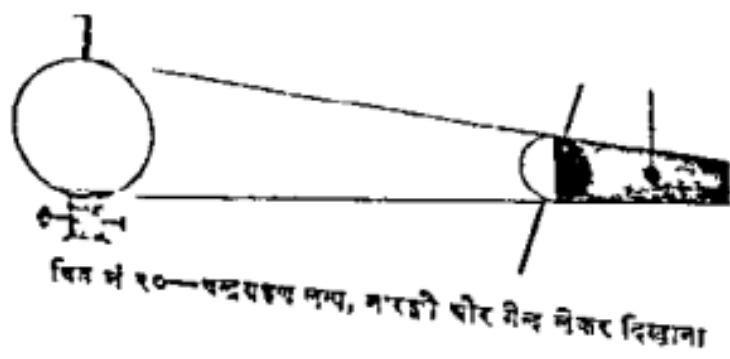
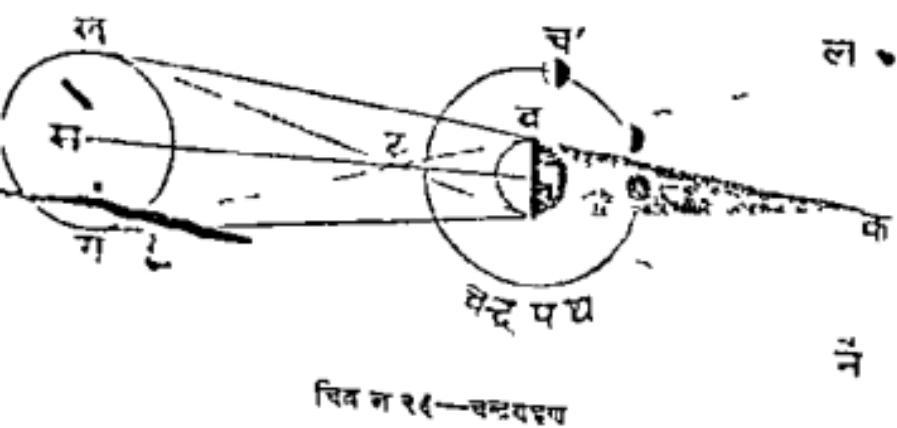
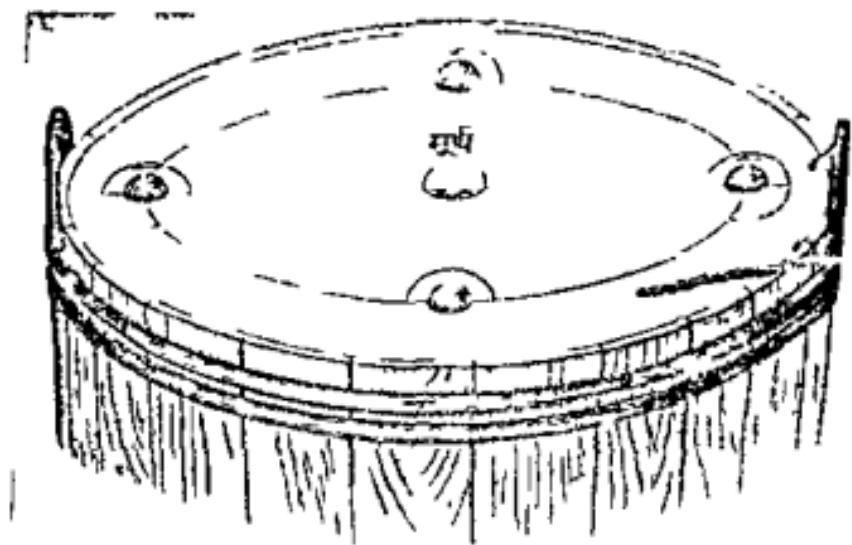
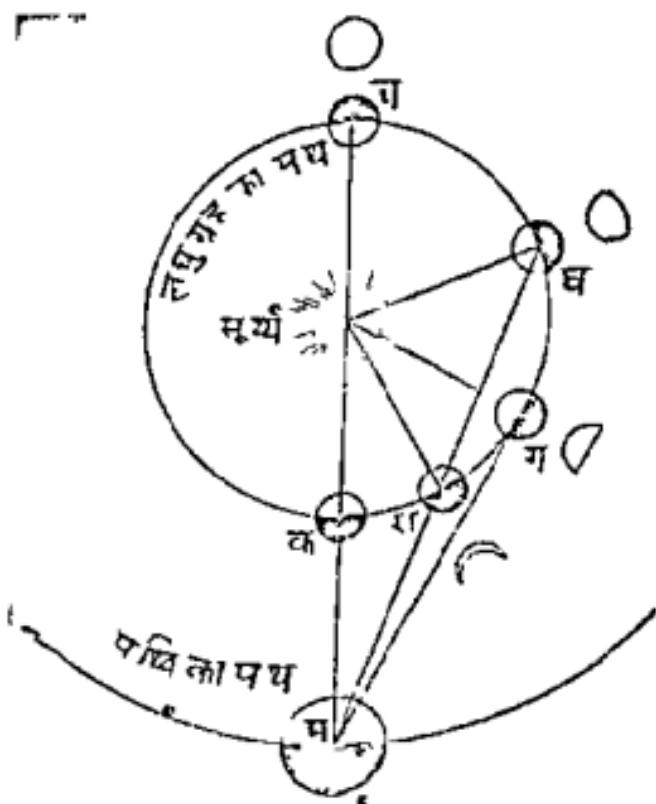
११८. चन्द्रमा जिस वृत्तमें पृथ्वीके चारों ओर घूमता है उसको चन्द्रपथ कहते हैं। इस चन्द्रपथका धरातल क्रान्तिवृत्त धरातलसे भिन्न है। अर्थात् पृथ्वी जिस धरातलमें घूमती है उस धरातलमें चन्द्रमा नहीं घूमता। चन्द्रमा परिक्रमा देते समय केवल दो बार क्रान्तिवृत्त धरातलको पार पार करता है। चन्द्रमा जिस दिन क्रान्तिवृत्त धरातलको पारपार करे उसी दिन यदि पूर्णिमा अथवा अमावस्या हो तो

चित्र नं २६—चन्द्रग्रहण

चित्र नं २०—चन्द्रग्रहण लम्प, नारंगी और गेन्द लेकर दिखाना

चित्र नं २८—सूर्यग्रहण

चित्र नं २९—चन्द्रपथका धरातल क्रान्तिवृत्त धरातलमें इस तरह तिरछा है

चित्र नं ३०—शुक्रपथ

ग्रहण लग सकता है नतुवा नहीं। यह दोनों बातें प्रत्येक मास एक साथ उपस्थित नहीं होतीं और इसी लिये प्रत्येक मास ग्रहण नहीं लगता।

११९. ऊपर लिखी हुई बातोंको चित्र २९की मददसे भली भांति समझ सकते हैं। एक कठौतेमें पानी भर कर बीचोबीच एक गेन्द रखते हैं जिसे हम सूर्य मानते हैं। इसका आधा हिस्सा पानीके ऊपर तैरता है। किनारेकी तरफ एक और गेन्द उसी तरह तैरती हुई रखते हैं। इसे हम पृथ्वी मानते हैं। यह गेन्द बीचवाली गेन्दके चारों ओर एक वर्षमें एक बार क्रान्तिवृत्तमें घूमती है। जलकी सतह (तल) क्रान्तिवृत्त -धरातल है। अब चन्द्रमा पृथ्वीरूपी गेन्दके चारों ओर चन्द्रपथमें घूमता है। इस चन्द्रपथका धरातल जलके तलसे भिन्न है क्योंकि उस पथका आधा हिस्सा जलके ऊपर है और आधा नीचे। चित्र २९में ऐसी चार स्थिति दिखायी गयी है।

§ ४—चन्द्रमाका परिचय।

१२०. कोरी आंखोंसे चन्द्रमाके विषयमें हम जो कुछ जान सकते हैं उनका वर्णन ऊपर कर दिया गया और उनके कारण भी दिखा दिये गये। यन्त्रोंकी सहायतासे जिन बातोंके जाननेमें हम समर्थ हुए हैं उनका उल्लेख अब करते हैं।

१२१. सूर्य, तारे, आदिकी दूरीसे तुलना करने पर चन्द्रमा हमारे बहुत ही नजदीक है। दूरदर्शक यन्त्र द्वारा

चन्द्रमा जितनी वृहत् आकृतिका हो जाता है उतनी बड़ी आसमानकी दूसरी कोई चीज नजरमें नहीं आती। अतएव चन्द्रमाके पृष्ठको यालें हम सविशेष जानते हैं।

१२२. चन्द्रमा हमसे करीब २३८,००० मील दूरीपर है। अर्थात् पृथ्वीके व्यास (diameter)से प्रायः ३० गुनी दूरपर है। सूर्य्यका व्यास पृथ्वीके व्याससे ११० गुना अधिक है। अतएव चन्द्रमा हमसे जितनी दूरपर है उससे कहीं बड़ा सूर्य्यकी देह मात्र है। अब हम अनुमान कर सकते हैं कि चन्द्रमासे कितना अधिक बड़ा सूर्य्य है, यद्यपि चन्द्रमा हमको सूर्य्यके बरोबर देख पड़ता है। चन्द्रमा हमारे बहुत समीप रहनेके कारण ही सूर्य्यके बरोबर दिखता है।

१२३. कोरी आंखोंसे चन्द्रमाकी ओर देखनेपर हमको उसपर कई हिस्से काले दिखते हैं—या यों कहिये कि धब्बे दिखते हैं। पुराने जमानेके मनुष्य इसे समुद्र समझा करते थे। किन्तु एक दुर्बीन द्वारा देखनेपर आपको मालूम होगा कि चन्द्रमाके पृष्ठपर समुद्रका कोई चिह्न भी नहीं है। वहां तो पर्व्वत एवम् खाड़ियां अत्योधिक देख पड़ेंगी और ये भी शुष्क तथा निरुत्पादक। चन्द्रमामें नदी या झील कुछ भी नहीं है। जहां तक निर्णय हुआ है वहां जलका नामोनिशान भी नहीं है। इसी लिये बादल उमड़ कर चन्द्रमाके पृष्ठको कभी नहीं घेरते (क्योंकि बादल जल विना नहीं बन सकता)। जैसे पृथ्वीको वायुमण्डल घेरे हुए है वैसा वहां कोई वायु-

मण्डल नहीं है। अतएव यह अनुमान किया जाता है कि चन्द्रमामें प्राणी (जीव जन्तु) नहीं बसते। चन्द्रमाका पृष्ठ ज्वालामुखी पर्व्वतोंसे भरा पड़ा है। चन्द्रमाकी ज्वालामुखीका एक चित्र इस पुस्तकका प्रमुख चित्र है (चित्र नं॰ १ देखिए)।

१२४. इन बातोंसे हम समझ सकते हैं कि और ग्रहोंकी हालत पृथ्वीसे कितनी भिन्न है। चन्द्रमाकी दुनियां जल-विहीन है। उस दुनियाकी दशाकी एक बार ध्यानमें लाइये जहां पानी नहीं और इस लिये जहां बर्फ, वर्षा, बादल आदि नहीं! जहां नदी, नाले या झरना नहीं, जहां वृक्ष लता, साग पातका नाम नहीं! जहां गोधूलीका समय कभी नहीं उपस्थित होता—क्या तो प्रचण्ड मार्त्तण्डका प्रखर उजियाला और क्या घोर अन्धकार! जहां आवाज तक सुनायी नहीं देती!! (क्योंकि ध्वनि हवा द्वारा ही स्थानान्तर होती है)।

१२५. चन्द्रमाका व्यास करीब २००० मील लम्बा है। इसकी मिट्टी पृथ्वीकी मिट्टीसे २/३ (दो तिहाई) हलकी है।

१२६. हम देख चुके हैं कि चन्द्रमा पृथ्वीके चारों ओर परिक्रमा देता है। किन्तु पृथ्वीकी तरह इसके भी दो गतियां हैं। चन्द्रमा अपने अक्षके भी चारों ओर घूमता है (अर्थात् परिभ्रमण भी करता है)। यह अक्ष चन्द्रपथके धरातलपर प्रायः ऊर्ध्वाधार वा खड़ा है। चन्द्रमा हमारे चारों ओर एकबार परिक्रमा दे देने पर भी हम सदा एक ही दृश्य देख पाते हैं

अर्थात् इसके पृष्ठपर जिस पर्व्वतको जिस स्थानपर आज हम देखते हैं वह पर्वत उसी स्थानपर हमेशा हमको दिखता है। इसीसे हम यह सिद्धान्त निकालते हैं कि चन्द्रमा परिभ्रमण भी करता है। यह बात यों समझमें आ जायेगी— कमरेके बीचमें एक चिराग़ रख कर हम उसके चारों ओर घूमते हैं और इतना ख्याल रखते हैं कि हमारा बांया हाथ सदा चिराग़की तरफ रहे। यदि हमारा मुंह एक जगह उत्तरकी तरफ रहे और दहना हाथ पूरबकी तरफ तो चौथाई परिक्रमा देनेसे हमारा मुंह पश्चिमको तरफ हो जायगा और दहना हाथ उत्तरकी तरफ। चौथाई और घूमनेसे हम दक्षिणकी तरफ देखने लग जायंगे एवम् इतना ही और घूमनेसे हम पूरब दिशाकी तरफ हो जायंगे और तत्पश्चात् चौथाई और घूमनेपर पुनः उत्तरकी ओर मुंह हो जायगा। इससे स्पष्ट बोध होता है कि जितने समयमें हम एक बार चिराग़के चारों ओर घूमते हैं उतने ही समयमें हम एक बार परिभ्रमण भी करते हैं,—क्योंकि हम एक बार उत्तरकी तरफ देखते थे, पीछे क्रमशः पश्चिम, दक्षिण और पूरब की तरफ देख कर फिर उत्तरको तरफ हमारा मुंह हो गया था। इस लिये जितने समयमें चन्द्रमा पृथ्वीके चारों ओर परिक्रमा देता है उतने ही समयमें चन्द्रमा अपने अक्षके चारों ओर परिभ्रमण भी करता है।

१२७. अतएव चन्द्रमा करीब २८ दिनोंमें एक बार परि-भ्रमण भी करता है अर्थात् इस गतिसे वहां करीब १४ रोजका एक दिन होता है और १४ रोजकी एक रात होती है। इससे हम कल्पना कर सकते हैं कि १४ रोज सूर्यके सम्मुख रहनेके कारण चन्द्रमाकी भूमि एक दिनमें कितनी तप जाती होगी और फिर १४ रोजकी एक रात होनेके कारण उसकी भूमि कितनी ठण्डी हो जाती होगी।

तीसरा भाग।

सूर्य्य-सम्प्रदाय।

(The Solar System)

§ १—पृथ्वीकी तरह दूसरे पिण्ड—ग्रह(Planets)।

१२८. साफ रातके समय आसमानकी तरफ देखनेसे हमको अगण्य तारे दिखेंगे। ये तारे पूरबसे पश्चिमकी ओर घूमते हुए अवश्य बोध होंगे, किन्तु साधारणतः दूसरे तारोंसे किसी एक तारेको दूरीमें फर्क कभी नहीं दिखेगा। जो तारा अन्य तारोंसे आज जितनी दूरीपर स्थित है वह तारा उतनी ही दूरीपर सदा स्थित रहता है। अर्थात् अन्य तारोंके बीच उसके स्थानमें अन्तर नहीं पड़ता। इस लिये हम इन तारोंको स्थिर नक्षत्र कहते हैं।

१२८. तारोंका स्थिर रहना ही नियम है। किन्तु कई तारोंका वर्ताव इस साधारण नियमके अनुकूल नहीं है। कतिपय नक्षत्र आसमानमें घूमते,हुए दिखते हैं। ऐसा नक्षत्र कभी सूर्य्यके सङ्ग घूमता हुआ देख पड़ता है और कभी इसकी गति सूर्य्यके विपरीत हो जाती है। अन्य तारोंसे इसकी

दूरीमें अन्तर पड़ता रहता है। कई तारोंसे ग्रह नजदीक हो जाता है और कई तारे इससे दूर पड़ जाते हैं। ये नक्षत्र ग्रह कहलाते हैं।

१३०. कोरी आंखोंसे केवल पांच ग्रह दिखते हैं। यन्त्रोंकी मददसे और भी कई एकका पता लगा है। इन ग्रहोंके अलग अलग वर्णन क्रमशः किये जायंगे।

१३१. अब हम निर्णय करना चाहते हैं कि पृथ्वी जैसे सूर्य्यके चारों ओर घूमती है वैसे हो यदि और कोई पिण्ड (क्रान्तिवृत्तके धरातलमें) घूमे तो पृथ्वीसे क्या दृश्य देख पड़ेंगे। हमको इस विषयके दो विभाग करने होंगे, क्योंकि वह पिण्ड सूर्य्यसे पृथ्वीकी अपेक्षा निकटतर हो सकता है अथवा सुदूर।

१३२ ये दो विभाग कर जिन अलग अलग दृश्योंकी कल्पना हम आगे चल कर करेंगे ग्रहोंकी गतिमें ठीक वे ही दृश्य वास्तवमें उपस्थित होते हैं। इस लिये हम पहलेसे ही पिण्डकी जगह ग्रह लिखते हैं और यह सिद्धान्त निकालते हैं कि ये ग्रह प्रायः क्रान्तिवृत्त धरातलमें सूर्य्यके चारों ओर घूमते हैं। कई ग्रह तो पृथ्वीकी अपेक्षा निकटतर हैं और कई दूर। अब इन दृश्योंका अलग अलग वर्णन आगे चल कर करते हैं।

१३३. इस वर्णनको समझनेके लिये निम्नलिखित बातें हृदयङ्गम रखनी चाहिये। हम कह आये हैं कि पृथ्वीके

दो प्रकारकी गतियां हैं—परिभ्रमण और परिक्रमण। इसके कारण हमको सूर्य्यकी दो अवास्तविक गतियां देख पड़ती हैं यद्यपि सूर्य्यमें ऐसी कोई भी गति विद्यमान नहीं है। पहली गति है—सूर्य्यका हररोज पूरबसे पच्छिमकी तरफ घूमना। दूसरी गति है—सूर्य्यका क्रान्तिवृत्तमें एक वर्षमें एक बार परिक्रमा देना। यह गति पच्छिमसे पूरबकी तरफ है। इस दूसरी गति का धरातल पहली गतिके धरातलसे मिलता हुआ तो नहीं है किन्तु अधिक अन्तर भी नहीं है।

१२४ फिक्रा १२२में हम जान चुके हैं कि सब ग्रहोंके घूमनेके धरातल भी प्राय क्रान्तिवृत्त धरातलसे मिलते हुए हैं। अतएव सूर्य्य जिस धरातलमें रोज घूमता हुआ देख पड़ता है प्राय: उसी धरातलमें सब ग्रह घूमते रहते हैं।

§ २—लघुग्रह (Inferior Planets)।

१२५ जो ग्रह सूर्य्यसे पृथ्वीकी अपेक्षा निकटवर्त्ती हैं उनको लघुग्रह कहते हैं। चित्र ३०में सूर्य्य (स)के चारों ओर एक लघुग्रह घूमता है और उसके कक्षाके बाहर-पृथ्वी (प) घूमती है। क्रान्तिवृत्तमें प स्थानपर किसी समय पृथ्वी है। इस स्थानपर पृथ्वीको स्थिर रख हम निर्णय करते हैं कि ग्रहकी आकृति किस तरह बदलती हुई हमें दिखती है और आसमानमें वह ग्रह किस समय किस स्थानपर हमको दिखता है। यह स्पष्ट है कि ग्रह क, ख, ग,

आदि स्थान हो कर परिक्रमा देता है। इस वृत्तकी भीतर ग्रहका जो अर्द्धांश (आधा हिस्सा) है वह सदा सूर्यकी तरफ रहनेके कारण प्रकाशमय रहता है और बाहरका अंश अन्धकारमय। चित्रमें आभा अर्थात् शेड (shade) दे कर अन्धकारमय अंश इसी प्रकार दर्शाया गया है। पृथ्वीसे ग्रहका कौन सा अंश दिखता है यह निगाह कर देखिए। ग्रह तथा पृथ्वीके केन्द्रोंको जो लकीर मिलाती है उसपर खडी (perpendicular) एक लकीर ग्रहके केन्द्र हो कर खींचिये। यह खडी लकीर उस ग्रहको दो बराबर अंशोंमें बांटती है। जो अंश पृथ्वीकी तरफ है वही पृथ्वीसे दिखता है।

१३६ ग्रह जब क स्थानपर रहता है तब वह पृथ्वीसे बिलकुल नहीं दिखता क्योंकि केवल अन्धकारमय अंश हमारी तरफ रहता है। ख स्थानसे शृङ्गाकार (crescent) दिखता है। (ख, ग तथा घ स्थानोंकी शकल चित्रमें दी गयी है)। च स्थानपर ग्रहकी पूरी शकल दिखती है। (शकलमें इस तरह घटना बढ़ना केवल दूरदर्शक यन्त्रकी मददसे देख सकते है)। च स्थानपर पहुंच कर प्रकाशमय हिस्सा घटना शुरू होता है एवम् क्रमश क स्थानपर आ ग्रह अगोचर हो जाता है।

१३७ लघुग्रहकी पूरी परिक्रमा होने पर आसमानमें कैसे दृश्य नज़रमें आते हैं उनका निर्णय हम अब करते हैं।

चित्र ३०के क स्थानपर ग्रह हमारे और सूर्य्यके बीचमें रहता है। इस लिये वह आसमानमें सूर्य्यके संग घूमेगा और उसके साथ साथ उदय तथा अस्त होगा। लेकिन ग्रह हमको बिलकुल नहीं दिखेगा। तत्पश्चात् ख स्थानपर पहुंचनेपर ग्रह सूर्य्योदयके पहले उदय होगा और उसके पहिले ही अस्त हो जायगा। इस स्थानपर यह ग्रह सूर्य्योदयके थोड़ी देर पूर्व रात रहते दिखता है लेकिन रातमें और किसी समय नहीं। इसके बाद वह ग स्थानपर पहुंचता है। स प और ग प लकोरें जो कोना प के यहां बनाती हैं उस कोनेसे बड़ा कोना ग्रहके और किसी दूसरे स्थानसे पके यहां नहीं बनता। लघुग्रह सूर्य्यके निकट ही आसमानमें दिखता है। वह सूर्य्यसे अधिक दूर जाता हुआ कहीं आसमानमें नहीं दिखता है। इस ग स्थानपर भी यह ग्रह तड़केके थोड़ी देर पहले ही रात रहते आसमानमें दिखता है। पीछे यह ग्रह सूर्य्यकी तरफ सरकता है और इसकी चमक बढ़ती जाती है। जब ग्रह च स्थानपर पहुंचता है तब फिर सूर्य्यके सङ्ग हो जाता है और सूर्य्यकी तेजके कारण हमको नहीं दिखता। तत्पश्चात् यह ग्रह सूर्य्यकी दूसरी तरफ चला जाता है। अब यह सूर्य्योदयके पीछे उदय होता है और सूर्य्यास्तके पीछे डूबता है। इस समय यह ग्रह पश्चिमकी तरफ शामके वक्त दिखता है। इसके बाद ग्रह घूमते घूमते क स्थानपर फिर पहुंच जाता है।

१३८. अतएव लघुग्रह केवल तड़के या शामके समय (क्रमशः पूरब या पश्चिमकी तरफ) हमको दिखता है। इसके सिवा यह और कभी निगाहमें नहीं आता। अर्थात् आधी रातको लघु ग्रह कभी नहीं दिख सकता।

१३९. हमने समझ लिया है कि ऐसे ग्रहको शकलमें ठीक चन्द्रमाकी तरह घटना बढ़ना होता है। किन्तु चन्द्रमासे इतना अन्तर है कि चन्द्रमा हमसे सदा समान दूरीपर रहनेके कारण उसके आकारमें घटा बढ़ी नहीं होती अर्थात् छोटा बड़ा नहीं दिखता। लेकिन लघु ग्रह कभी दूर रहता है और कभी हमारे नजदीक आ जाता है। फलतः आकारमें घटा बढ़ी होती है। चित्र ३० में यह स्पष्ट है कि क स्थानपर ग्रह हमसे बहुत नजदीक रहता है एवम् बड़े आकारका दिखता है, और च स्थानपर दूर रहनेके कारण बहुत छोटा दिखता है।

§ २—प्रधान ग्रह (superior planets)।

१४०. जो ग्रह पृथ्वीकी अपेक्षा सूर्यसे सुदूर हैं उनको हम प्रधान ग्रह कहते हैं। ऐसे ग्रहका पथ क्रान्तिवृत्तके बिलकुल बाहर है। अर्थात् पृथ्वी जिस पथमें घूमती है वह प्रधान ग्रहके पथके भीतर है। चित्र ३१में सूर्यके चारों ओर पृथ्वी (प) घूमती है और उसके वृत्तके बाहर ग्रह (म) घूमता है। वृत्तके भीतरवाला आधा हिस्सा सदा प्रकाशमय

रहता है। और पृथ्वीकी तरफ जो आधा हिस्सा रहता है वह हमको दिखता है। इस हिस्सेके जाननेकी तर्कीब फिक्रा १२५में बतलायी गयी है।

१४१ ग्रह और सूर्य्यके बीचमें जब पृथ्वी रहती है तब हमको ग्रह पूरा दिखता है। ऐसी स्थितिमें सूर्य्यास्तके समय ग्रह उदय होता है और रात भर हमको दिख कर सवेरे अस्त हो जाता है। यह बात लघु ग्रहमें नहीं पायी जाती। आधी रातको तो उसके दर्शन होते ही नहीं। किन्तु प्रधान ग्रह हर समय हमको दिख सकता है। अब यदि ग्रह तथा पृथ्वीके बीचमें सूर्य्य रहे (अर्थात सूर्य्यकी एक तरफ पृथ्वी रहे और दूसरी तरफ ग्रह) तो भी यह हमको पूरा दिखेगा। यह सूर्य्यके साथ साथ उदय तथा अस्त होता है। सूर्य्यकी अधिक चमकके कारण दिनमें यह हमारी नजरमें नहीं आता है। ग्रहके पथमें इन दोनों स्थितियोंके सिवा और किसी स्थितिमें वह ग्रह पूरा नहीं दिखता। किन्तु इसकी आकृति आधीसे कम भी कभी नहीं होती। अतएव लघु ग्रहकी तरह इसकी शकलमें सब तरहकी घटा बढ़ी नहीं होती।

१४२ लघु ग्रहमें एक और भी बड़ा अन्तर है। लघु ग्रह सूर्य्यके आस पास केवल फिरता है किन्तु प्रधान ग्रह आसमानमें पूरा चक्कर देता देख पड़ता है।

§ ४—ग्रहोंका परिचय।

हम देख आये है कि ग्रह दो प्रकारके है—लघु ग्रह और प्रधान ग्रह। पृथ्वी भी ग्रह कहलाती है कारण ग्रह भी एक दूसरे ग्रहसे आसमानमें उसी तरह घूमती हुई देख पड़ेगी जैसा कि हमको दूसरे ग्रह देख पड़ते हैं। पृथ्वीको ले कर मुख्य ग्रहोंकी संख्या आठ है। यथा मङ्गल, बुध, वृहस्पति, शुक्र, शनि, वारुणी (युरेनस Uranas), वरुण (नेपचून Neptune) और पृथ्वी। इनमें बुध, तथा शुक्र लघुग्रह हैं और मङ्गल, वृहस्पति, शनि, वारुणी और वरुण प्रधान ग्रह हैं। बुध, शुक्र तथा मङ्गलका आकार पृथ्वीसे छोटा है और बाकीके ग्रह पृथ्वीसे बड़े हैं। कोरी आंखोंसे केवल पांच ग्रह—मङ्गल, बुध, वृहस्पति, शुक्र और शनि—दिखते हैं। जबसे दूरदर्शक यन्त्रका आविष्कार हुआ है कई बड़े ग्रह एवम् सैकड़ों छोटे छोटे ग्रह देख पड़े है। इनमें उल्लेख योग्य वारुणी (वरुण) और वरुण हैं।

१४३. बुध और शुक्र हमारे और सूर्य के बीच घूमते हैं। ये केवल तड़केके थोड़ी देर पहले और शामके पीछे थोड़ी देरके लिए हमको देख पड़ते हैं। आधी रातको कभी नहीं दिखायी देते। इसी लिये हमने स्थिर किया है कि ये लघुग्रह हैं।

१४४. हम देख चुके हैं कि प्रधान ग्रहोंको हम आस मानमें सब समय देख सकते हैं अर्थात् ये ग्रह आसमानमें पूरी परिक्रमा देते हुए दिखते हैं। इनकी गति लघुग्रह गतिसे जटिल है। सूर्य्यके चारों ओर पृथ्वी घूमती है यह जान चुके हैं। पृथ्वी प्रधान ग्रहोंकी अपेक्षा अधिक और लघु ग्रहोंकी अपेक्षा कम वेगसे घूमती है। पृथ्वीकी इस (वार्षिक) गतिके कारण प्रधान ग्रहोंकी गति जटिल मालूम होती है।

१४५. सूर्य्य और उसके चारों ओर जितने पिण्ड घूमते हैं एवम् जितने पदार्थोंपर इसका प्रभाव पड़ता है सब मिल कर सूर्य्यसम्प्रदाय कहलाता है।

१४६. अतएव ग्रहोंके सिवा और भी कई पदार्थ सूर्य्य-सम्प्रदायके अन्तरगत हैं। धूमकेतु और टूटते तारे, जिनके सविस्तार वर्णन पीछे दिये जायंगे, सूर्य्यसम्प्रदायके भीतर आ गये। चित्र नं ३२ सूर्य्यसम्प्रदायका चित्र है। इस प्रकार चित्र द्वारा ग्रहोंके आकार तथा दूरीका अनुभव दिलाना प्रायः असम्भव है। खुलासा समझनेके लिये मोटी बातें नीचे दी जाती हैं। यदि हम सूर्य्यका व्यास २ फूट समझें तो क्रमानुसार बुधका आकार एक सरसोंके अनुरूप होगा और जिस वृत्तमें यह घूमता है उसका व्यास १६४ फूट होगा। शुक्र मटरके आकारका होगा और उसकी कक्षाका व्यास २८४ फूट होगा। पृथ्वी भी कुछ बड़े मटरके समान होगी जिसका वृत्त ४३० फूटका होगा।

-नङ्गल पिनके सिरेके सदृश होगा और इस ६५४ फुटके
। छोटे छोटे ग्रह जो सैकड़ों हैं वे बालूके कणकी
१००से लगा कर १२०० फुटक भीतर घूमते हैं। वृह-
एक मामूली नारङ्गीके सदृश, आधी मीलके व्यासपर
शनि एक छोटी नारङ्गीके अनुरूप ४।५ मीलके
वारुणी (Uranus) एक बेरके सदृश १॥ मीलके
वरुण (Neptune) कुछ बड़े बेरके सदृश २॥
मीलके व्यासपर घूमेगा।

१४७ सूर्यसे पृथ्वीकी दूरी वास्तवमें ९ करोड़ मीलसे कुछ अधिक है। यह लम्बाई हमारे ऊपर लिखे क्रमके अनुसार ४३० फुटका आधा (अर्थात् २१५ फुट) है। इस दूरीका यथावत् अनुमान कराना मुश्किल है। तथापि हम एक रीतिसे इसकी कल्पना कर सकते हैं। यदि एक रेलगाड़ी घण्टेमें ३० मीलके हिसाबसे पृथ्वीसे चले तो वह रेलगाड़ी करीब ३३८ वर्षमें सूर्यके पास पहुंचेगी।

१४८. इन मोटी बातोंको ध्यानमें रख कर हम अब ग्रहोंका सविस्तार वर्णन करते हैं।

§ ५—लघुग्रहोंका वर्णन।

बुध (Mercury)

१४९. बुध सूर्यसे निकटतम ग्रह है। यह सूर्यके चारों ओर ४ करोड़ मील दूरीपर परिक्रमा देता है। पृथ्वी

की दूरीसे आधीसे भी कम दूरपर है। यह हमेशा सूर्य्यके आसपास रहता है। सूर्य्यास्तके पीछे और सूर्य्योदयके पहले केवल थोड़ी देरके लिये इसे हम देख सकते हैं। सूर्य्यके चारों ओर एक बार घूमनेमें ८४ दिन लगते हैं अर्थात् बुधका एक वर्ष हमारे वर्षके चौथाई हिस्सेसे भी छोटा है। चन्द्रपथके धरातलकी तरह क्रान्तिवृत्त धरातलसे इसके पथका भी धरातल तिर्छा है और उस कक्षाका आधा हिस्सा क्रान्तिवृत्त धरातलके नीचे है और आधा हिस्सा ऊपर।

१५०. बुधको हम दूर्बीनसे देखें तो चन्द्रमाकी तरह इसके आकारमें घटा बढ़ी होती देख पड़ेगी। यह बात विस्तार पूर्वक हम समझ चुके हैं (चित्र नं २ देखिये)।

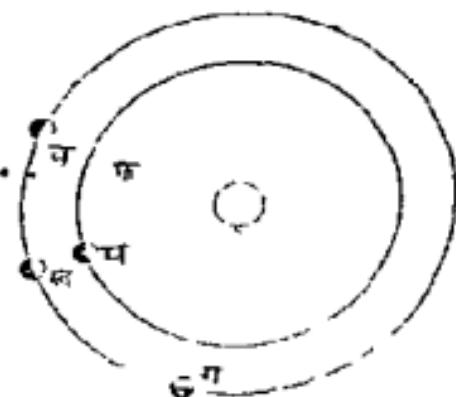
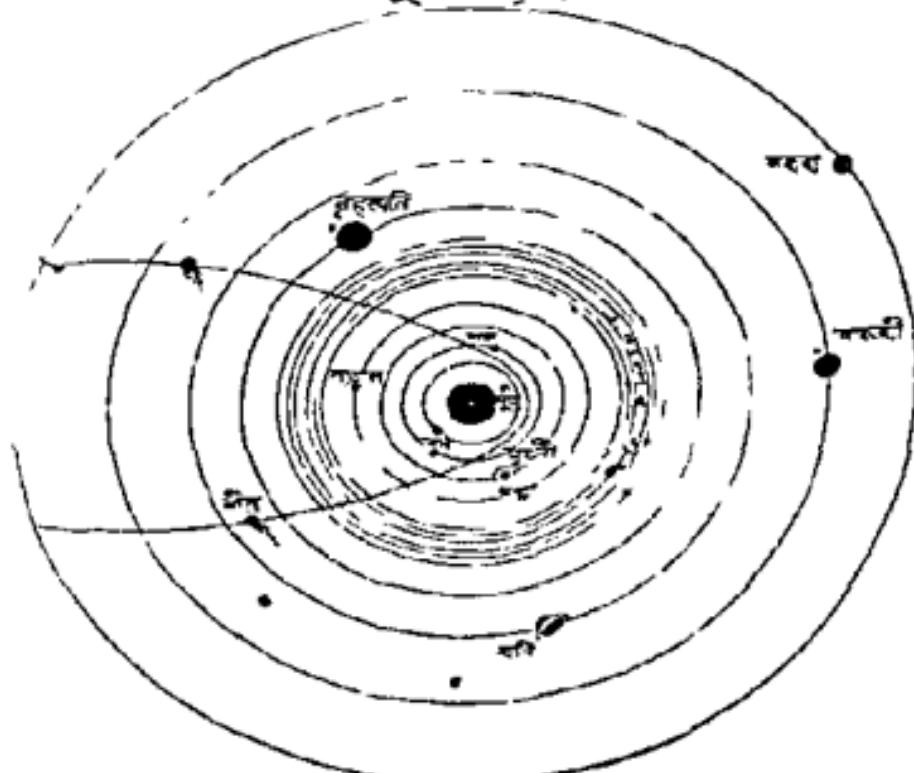
१५१. बुधके बारेमें हम अभी बहुत कम जानते हैं। आज तक यह भी नहीं मालूम है कि इसमें जल और थल दोनों हैं या नहीं अथवा चन्द्रमाकी तरह बिलकुल जलविहीन है। यह नहीं विदित है कि इसको अन्वालोप किये (अर्थात् ढके हुए) हवाके सदृश कोई चीज है या नहीं, या वहां कोई जीव जन्तु हैं या नहीं। हां, इतना जाना गया है कि इसमें ऊंचे पर्वत हैं।

१५२. इसके आकारका व्यास करीब ३००० मील है। पृथ्वीका व्यास ८००० मील है। इससे हम अनुमान कर सकते हैं कि पृथ्वीसे इसका आकार कितना छोटा है।

चित्र नं ११—शुक्रका एक चित्र

चित्र नं १२—शुक्रका भिन्न भिन्न आकार

चित्र नं २१—प्रधानग्रह

सूर्य्य सम्प्रदाय।

चित्र नं २२—सूर्य्यसम्प्रदाय

शुक्र (Venus) ।

१५३. हम कह आए हैं कि बुध सूर्य्यके निकटतम ग्रह है। बुधसे अधिक दूर शुक्र है। बुध और शुक्रके बीच और कोई ग्रह नहीं घूमता। इस लिये इसका दूसरा नम्बर है। यह सूर्य्यसे करीब ६ करोड़ ७५ लाख मील दूरीपर घूमता है। इसका आकार प्रायः पृथ्वीके समान है। बुधकी सदृश यह भी सूर्य्यास्तके पीछे और सूर्य्योदयके पहिले थोड़ी देरके लिए आसमानमें दिखायी देता है। आधी रातको इसके भी दर्शन नहीं होते। हां, इतना अवश्य है कि बुधकी अपेक्षा यह अधिक समय तक आसमानमें दिखता है क्योंकि इसके पथका व्यास बुधके पथके व्याससे बड़ा है। अतएव हम इसका निरीक्षण भली भांति कर सकते हैं। यह ग्रह सबसे अधिक चमकीला है। इसको पहिचाननेमें ज़रा भी देर नहीं लगती। यह २२४ दिनोंमें सूर्य्यके चारों ओर एक बार परिक्रमा देता है और अपने अक्षके चारों ओर करीब २३ घण्टोंमें एक बार परिभ्रमण करता है। अर्थात् इसका दिनमान हमलोगोंके दिनमानके प्रायः समान है।

१५४ ऋतुके कारणोंको जब हम समझते थे तब देख चुके हैं कि पृथ्वीके अक्षका झुकना ही ऋतुओंके होनेका मुख्य कारण है। पृथ्वीके अक्षकी अपेक्षा शुक्रका अक्ष क्रान्तिवृत्त धरातलसे बहुत वेगो झुका हुआ है। अतएव वहां

ऋतुओंमें परिवर्त्तन यहांकी अपेक्षा अधिक मार्क्कें साथ होता है।

१५५. चन्द्रमा और बुधके सदृश इसको आकृतिमें भी घटी बढ़ी देख पड़ती है। कभी यह पूरा दिखता है कभी आधा और कभी शृङ्गाकार (और कभी यह बिलकुल नहीं दिखता)। इसके पृष्ठके बारेमें हमलोग अभी तक बहुत कम जानते हैं। यह अनुमान किया जाता है कि इसमें ऊंचे पर्व्वत हैं। कभी कभी इसकी अन्यालोप (ढके) किये बादल दिखायी देते हैं। इस लिये यहां जल भी है।

१५६. चन्द्रमा बराबर हमसे एक ही दूरीपर रहता है। इस लिये चन्द्रमा छोटा बड़ा नहीं दिखता या यों कहिये कि इसके आकारमें कभी अन्तर नहीं पड़ता यद्यपि इसकी आकृतिमें घटा बढ़ी होती रहती है। किन्तु शुक्रमें यह बात नहीं है। शुक्र कभी हमारे निकट आ जाता है और कभी दूर चला जाता है। अतएव इसका आकार छोटा बड़ा होता रहता है। जब हमारे नजदीक रहता है तब बड़ा दिखता है और जब दूर चला जाता है तब छोटा। इसका विचार सूक्ष्मतया करते हैं। जब शुक्र हमारे और सूर्य्यके बीचमें आता है तब यह हमसे २॥ करोड़ मील दूरीपर रहता है (क्योंकि हम सूर्य्यसे ८ करोड़ २५ लाख मील दूर हैं और शुक्र सूर्य्यसे ६ करोड ७५ लाख—घटानेसे २॥ करोड़ हुआ); किन्तु जब यह सूर्य्यकी परलो तरफ चला

जाता है तब १६ करोड़ मील दूर हो जाता है (दोनोंको जोड़ दीजिए)। अतएव इस स्थानपर वह पहलेसे छः गुणा दूर चला जाता है। चित्र ३०से यह स्पष्ट है कि शुक्र जब हमारे नजदीक रहता है तब शृङ्गाकार दिखता है और जब दूर चला जाता है तब पूर्ण। इस लिये शुक्र जब पूर्ण दिखेगा उस समयके आकारसे शृङ्गाकारके समयका आकार छः गुणा बड़ा है। यह घटा बढ़ी चित्र ३४में दिखलायी गयी है।

१५७ बुध और शुक्र जब हमारे और सूर्यके बीचमें आते हैं तब सूर्यके पृष्ठपर ये छोटे काले धब्बे से दिखते हैं। यह घटना ठीक सूर्यग्रहणके अनुरूप है। सन् १८७४में यह घटना उपस्थित हुई थी और पुनः १८८२ में हुई थी। अब इसके बाद १०५ वर्ष तक ऐसी घटना नहीं उपस्थित होगी।

१५७क. पृथ्वीका नम्बर तीसरा है। किन्तु इसके विषयमें हम पहले ही सब कुछ जान चुके हैं।

६ प्रधान ग्रहोंका वर्णन।

मङ्गल (Mars)।

१५८. पृथ्वीके बाद मङ्गलकी बारी है। प्रधान ग्रहोंमेंसे मङ्गल हमारे सबसे नजदीक है। सूर्यसे इसकी औसत दूरी १४ करोड़ मील है। यह १२ करोड़ ७० लाखसे लगा कर १५ करोड़ २० लाख तक दूर रहता है। अपने अक्षके चारों ओर यह २४½ घण्टेमें परिभ्रमण करता है।

इसका दिनमान हमलोगोंके दिनमानसे कुछ बड़ा है। इसका व्यास पृथ्वीके व्याससे प्रायः आधा है। यह सूर्य्यके चारों ओर ६८६ दिनोंमें एक वार घूमता है। अतएव इसका एक वर्ष हमारे वर्षसे प्रायः दूने मानका है।

१५८. इसका पथ पृथ्वीके पथसे विलकुल वाहर होनेके कारण मङ्गल हमारे और सूर्य्यके वीचमें कभी नहीं आ सकता। अतएव इसमें शुक्रकी तरह "कला"की घटा वढ़ी नहीं देखनेमें आती। चित्र २१के क ख स्थानपर पूरा नहीं दिखता किन्तु आधेसे बड़ा अवश्य रहता है। इसकी आकृति आधीसे कम कभी नहीं होती।

१६०. जब मङ्गल और सूर्य्यके वीचमें पृथ्वी रहती है (अर्थात् चित्र २१में जब मङ्गल म स्थानपर रहता है) तब मङ्गल हमारे निकटतम हो जाता है और पूर्ण दिखता है। उस समय इसकी दूरी (१२,७०.००,०००—८,२०,००,००० = ३,५०,००,०००) ३ करोड़ ५० लाख रहती है। इसका आकार यहां जितना बड़ा दिखता है उतना बड़ा और किसी स्थानपर नहीं दिखता। अतएव इस ग्रहको निरीक्षण करनेका यह उत्तम समय है। पृथ्वीका अक्ष जितना तिर्छा है प्राय उतना ही इसका अक्ष भी तिर्छा है। इसी कारण मङ्गलमें ऋतु परिवर्त्तन पृथ्वीकी ऋतुके सदृश ही होता है।

१६१. कोरी आंखोंसे मङ्गलमें कुछ ललाई देख पड़ती है।

इससे हम तुरन्त मङ्गलको पहिचान सकते हैं। किन्तु दूर्बीनसे देखनेपर यह ललाईपन नहीं रहता प्रत्युत बड़ा उजला दिखता है। साथ साथ उसके पृष्ठपर कहीं कहीं काली परछाहीं सी भी कुछ देख पड़ती है। यह परछांहीसी जो दिखती है वह तो जल है और उजला जहां जहां दिखता है वह थल है। मङ्गल हमलोगोंके लिये बड़े महत्वका ग्रह है। जिस तरह मङ्गल हमको दिखता है उसी तरह मङ्गल निवासियोंको पृथ्वी दिखती है। मङ्गलके ध्रुवोंके चारों ओर इसका पृष्ठ सफेद है। यह चित्र ३५ और ३६में सिरेपर साफ दिखता है। इस सफेद टोपीको वर्ष भर गौर करके देखनेसे यह अनुभव होता है कि उस जगह पर ग्रीष्म ऋतु आने पर यह टोपी छोटी होती जाती है एवम् शीत-काल आनेपर टोपीका आकार बढ़ता जाता है। अतएव हम यह अनुमान करते हैं कि उस सफेद जगहमें केवल बर्फ या तुषार है। अर्थात् जिस तरह पृथ्वीके ध्रुवोंके चारों ओर सदा बर्फ रहता है इसी तरह मङ्गलके भी ध्रुवोंके चारों ओर सदा बर्फ रहता है। पृथ्वी और मङ्गलमें यह अन्तर जानने योग्य है कि पृथ्वीमें तीन हिस्से जल और एक हिस्सा स्थल है, और मङ्गलमें तीन हिस्से स्थल और एक हिस्सा जल है।

मङ्गलके उपग्रह (Satellites)।

१६२. किसी ग्रहके चारों ओर कोई पिण्ड घूमता हो

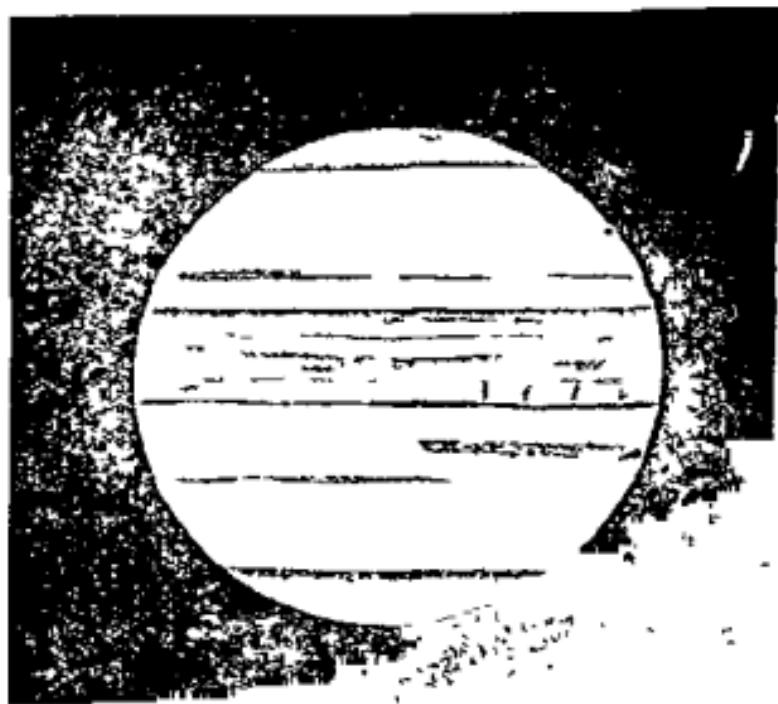
तो वह पिण्ड उपग्रह (satellite) कहलाता है। चन्द्रमा पृथ्वीके चारों ओर घूमता है इस लिए चन्द्रमा पृथ्वीका उ ग्रह है। १८७७के पहिले हमलोगोंका यही अनुमान ह कि मङ्गलके कोई उपग्रह नहीं है। किन्तु उस सालमें दं उपग्रहोंका अनुसन्धान मिला। ये दोनों मङ्गलके बहुत ह निकटवर्त्ती हैं। निकटतर उपग्रह ७ घण्टा ३८ मिनट परिक्रमा पूरा करता है और दूसरा ३० घण्टा १८ मिनटमें।

अवान्तर ग्रह (The Asteroids)।

१६३. मङ्गलके बाद अवान्तर ग्रहके वर्णनका नम्बर है। यह छोटे छोटे सैकड़ों ग्रहोंका एक विचित्र झुण्ड है। ये कुल यह मङ्गल और वृहस्पतिके बीचमें स्थित हैं। इनका अनुसन्धान किये एक सौ वर्षसे अधिक नहीं हुआ है। इनमें चार बड़े ग्रह हैं और इस लिये ये मुख्य हैं। किन्तु ये भी कोरी आंखोंसे नहीं देख पड़ते। इन सूक्ष्म ग्रहोंकी संख्या ६००से ऊपर होगी और प्रति वर्ष नयेका पता लगता रहता है।

वृहस्पति (Jupiter)।

१६४. वृहस्पति सब ग्रहोंसे बड़े आकारका है। अवान्तरके ग्रह पथके बाहर यही ग्रह घूमता है। यह पृथ्वीसे कहीं बड़ा है। इसकी चमकको शुक्रके सिवा दूसरा ग्रह नहीं पाता। जब क्षितिजके निकट रहता है तब इसकी दमक

चित्र नं २५—मुहरका चित्र और उसकी सफेद टोपी

चित्र नं २६—मुहरका एक दूसरा चित्र

चित्र न २०—बृहस्पतिका चित्र और उसका कटिबन्ध

चित्र न २१—बृहस्पतिके चार उपग्रह और ग्रहण, गति तथा संक्रान्तिका समझाना

देखते हो बनती है। बृहस्पति ४८ करोड़ मील दूरपर सूर्यके चारों ओर घूमता है और एक परिक्रमा ४३३३दिनोंमें पूरा करता है।

१६५. बृहस्पति यदि एक मामूली दुर्बीन द्वारा देखा जाय तो यह अण्डाकार (ध्रुवोंके निकट चपटा) देख पड़ेगा। जैसे चित्र ३७में दिखाया गया है इसके कई काले कटिबन्ध (belts) दिखते हैं। इसके पृष्ठपर कई काले धब्बे और अन्यान्य चिह्न भी नजरमें आते हैं। इन धब्बोंकी गतिसे पता लगा है कि बृहस्पति अपने अक्षके चारों ओर १० घण्टोंमें एक बार परिभ्रमण करता है। बृहस्पतिका व्यास पृथ्वीके व्याससे ११ गुणा बड़ा है। इसको मध्यरेखाके घूमनेका वेग पृथ्वीकी मध्यरेखाके घूमनेके वेगसे २० गुण है अर्थात् २० हजार मील फी घण्टे है।

१६६. ये कटिबन्ध तथा चिह्न वास्तवमें क्या हैं मालूम नहीं है। किन्तु यह सम्भव है कि ये काले बादल हों। अथवा यह भी सम्भव है कि बृहस्पतिको बादल अन्धालोप किये (ढके)हुए है जिससे यह ग्रह उजला दिखता है और बादल जहां जहां नहीं है उनमेंसे बृहस्पतिकी काली देह नजरमें आती हो। इन कटिबन्धोंकी संख्या और आकारमें नित्य परिवर्त्तन होता रहता है। इससे साफ जाहिर होता है कि बृहस्पतिके चारों ओर बादल (या इसी प्रकारका अन्य कोई वाष्प Vapour) छाया हुआ है।

१६७. बृहस्पतिके चार उपग्रह हैं। चन्द्रमा जैसे पृथ्वीके चारों ओर घूमता है वैसे ही ये चारों उपग्रह बृहस्पतिके चारों ओर घूमते हैं और उनको आकृतिमें (चन्द्रमाकी कला की तरह) घटा बढ़ी होती है। इन सभोंके आकार प्रायः समान हैं (व्यास करीब २२०० मील है) किन्तु वे बृहस्पतिसे कम वेशी दूरपर स्थित हैं। इस लिये इनके भगनकाल (Period अर्थात् बृहस्पतिके चारों ओर एक बार पूरी परिक्रमा देनेका समय) भिन्न है। एक उपग्रह २ दिनसे कम समय लेता है, दूसरा ३॥ घण्टे, तीसरा ७ दिन ३ घण्टे, और चौथा १६॥ दिन। बृहस्पतिके चारों ओर जिन कक्षाओंमें ये उपग्रह घूमते हैं उनका धरातल बृहस्पतिकी कक्षाके धरातलसे प्रायः सम है अर्थात् अधिक तिर्छा नहीं है। इस लिये जब जब ये उपग्रह सूर्य और बृहस्पतिके बीचमें आते हैं, बृहस्पति निवासियोंको सूर्यग्रहण देख पड़ता है। चौथा उपग्रहके पथका धरातल औरोंसे अधिक तिर्छा है इस लिये उसकी प्रत्येक परिक्रमामें सूर्यग्रहण नहीं होता। उपरोक्त कारणके लिये जब ये उपग्रह बृहस्पतिकी छायामें आते हैं तब इन उपग्रहोंमें ग्रहण लग जाता है। यह दृश्य उनको प्रत्येक परिक्रमामें उपस्थित होता है।

१६८. जब हम दूरदर्शकयन्त्र द्वारा इन उपग्रहोंका निरीक्षण करते हैं तब ये बृहस्पतिके दोनों ओर झूलनाकी तरह दोलते (oscillate) हुए दिखायी देते हैं। बुध

और शुक्र भी सूर्यके दोनों ओर इसी तरह दीखते हैं। जब ये उपग्रह वृहस्पतिकी एक तरफसे दूसरी तरफ जाते हैं तब वे प्रायः हमेशा वृहस्पतिके ऊपर हो कर जाते दिखते हैं। इस दृश्यको हम उपग्रहोंको संक्रान्ति या याम्योत्तर गमन (transit) कहते हैं। (जब कोई ग्रह वा उपग्रह किसी दूसरे ग्रहके ऊपरसे जाता हुआ दिखायी देता है तब वह हालत उस ग्रह वा उपग्रहकी संक्रान्ति अथवा याम्योत्तर गमन कहलाता है)। जिस समय ये उपग्रह वृहस्पतिकी छायामें (जो सूर्यकी किरणोंके रुकनेसे होती है) आ जाते है तब ये अगोचर हो जाते हैं और उन उपग्रहोंका ग्रहण (Eclipse) लगता है। जब पृथ्वी और उपग्रहके बीचमें वृहस्पति रहता है तब भी ये उपग्रह अगोचर हो जाते हैं और इस हालतको हम युति (occultation) कहते हैं। चित्र ३८ देखनेसे यह सब बातें स्पष्ट हो जायंगी। स (सूर्य)के चारों ओर प फ हो कर पृथ्वी घूमती है और व (वृहस्पति)के चारों ओर क च ट त उपग्रह घूमते हैं। वृहस्पतिके पथका हिस्सा भी चित्रमें दिखाया गया है। सूर्यकी किरणोंके बीचमें वृहस्पति आनेसे किस प्रकारकी छाया पड़ती है वह भी चित्रमें दी गयी है। जब हम प स्थानपर हैं तब च उपग्रहका याम्योत्तर गमन हो रहा है और क की युति हुई है एवम् ट को ग्रहण लगा है। फ स्थानमें ये हालत भिन्न हो जायंगी किन्तु

वहांसे भो ट के ग्रहणमें अन्तर नहीं पड़ेगा। वहांसे त को संक्रान्ति लगी है।

१६८. हृहस्पतिका अत्त क्रान्तिवृत्त धरातलपर प्रायः खड़ा है अर्थात् पृथ्वीके अक्षकी तरह अधिक तिर्छा नहीं है। इस लिये वहां ऋतुओंमें परिवर्त्तन मासोंके साथ नहीं होता। वृहस्पति पृथ्वीसे १३०० गुणा बड़ा है। उस ग्रहमें १३०० पृथ्वी समा सकती हैं। किन्तु उसका वज़न इतना अधिक नहीं है। वृहस्पतिका वज़न केवल ३०० गुणा है। अतएव वृहस्पतिकी मट्टी पृथ्वीकी मट्टीसे बहुत हलकी है।

शनि (Saturn) ।

१७०. अब शनिका भीसरा है। दूरदर्शक यन्त्र द्वारा देखनेपर यह भी बड़ा विलक्षण दृश्य उपस्थित करता है। आठ उपग्रहोंके सिवा इसको चारों ओर घेरे हुए एक वृहत् दीप्तिमान छल्ला या वलय (ring) है। शनि ८८ करोड़ मील दूरीपर सूर्यके चारों ओर घूमता है। एक परिक्रमा देनेमें इसे १०,७५८ दिन लगते हैं या यों कहिये कि हमारे तीस वर्षोंमें शनिका प्रायः एक वर्ष होता है। इसका व्यास पृथ्वीके व्याससे नौगुणा है। इसका आकार इतना बड़ा है कि ७३० पृथ्वियां मिल कर एक शनि बन सकता है। ब्रहस्पतिके सदृश इसकी स्वच्छ देहपर भी धब्बे (spots) एवम् काले बादल हैं। ये बादल उसी तरह कटिबन्ध (belts) बन कर हैं। इन धब्बोंके निरीक्षणसे यह मालूम हुआ है कि इसका

दैनिक परिभ्रमण करीब १०॥ घण्टोंमें एक बार पूरा होता है। अर्थात् बृहस्पति जितना समय लेता है उससे थोड़ा ही अधिक शनिको लगता है। शनिकी रचना प्राय बृहस्पतिकी तरह है। बृहस्पतिकी तरह शनिकी मिट्टी पृथ्विकी मिट्टीसे हलकी है। किन्तु इसके अक्षके झुकावमें अन्तर है। बृहस्पतिका अक्ष क्रान्तिवृत्त धरातलपर प्राय खड़ा है। किन्तु शनिका अक्ष पृथ्वीके अक्षकी तरह बहुत झुका हुआ है एवम् इस ग्रहमें हमारी तरह ऋतु होती है।

१७१ हम अब वलय या छल्लोंके विषयमें कहते हैं। चित्र ३९में तीन छल्ले यथावत् दिखाये गये है। ये तीनों छल्ले अलग अलग देख पड़ते हैं। ग्रहसे तो बिलकुल अलग हैं। कभी कभी छल्ले और ग्रहके बीचके स्थानसे तारे भी दिखनेमें आ जाते हैं। बाहरवाले छल्लेका व्यास करीब १६६,००० मील है। बाहरवाले दो छल्ले सविशेष दीप्तिमान हैं। भीतरवाला तीसरा छल्ला मामूली दुर्बीनमें नहीं दिखता। इन छल्लोंकी इतनी अधिक चौड़ाई होनेपर भी इनकी मोटाई केवल १२८ मीलके करीब है। यह अनुमान किया जाता है कि ये छल्ले कोई जुड़े हुए पदार्थ नहीं है किन्तु सूक्ष्म उपग्रहोंके वृहत् समूह हैं। चित्र ४० में भिन्न भिन्न स्थानपर छल्लोंके दृश्य जैसे उपस्थित होते है दिखाये गये हैं। इन छल्लोंका धरातल शनिकी कक्षाके धरातलसे तिर्छा है। इस लिये ये छल्ले अंगूठीकी तरह

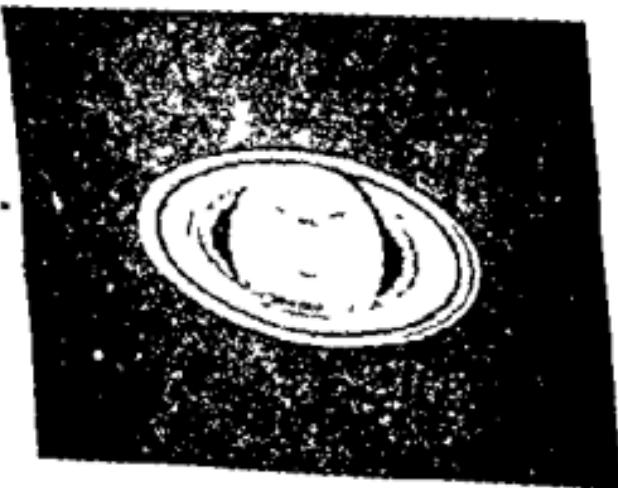
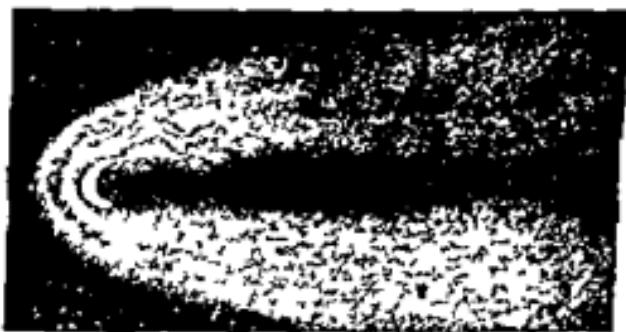
गोल होने पर भी हमको भण्डेकी तरह दीर्घाकार दिखते हैं। जब इनका धरातल पृथ्वीके केन्द्र हो कर जाता है तब ये हमसे लोप हो जाते हैं। किसी तेज दुर्बीनमें भले हो एक लकीरकी तरह देख पड़े। जब इनका धरातल सूर्य्य हो कर जाता है तब भी ये हमसे लोप हो जाते है क्योंकि इस अवस्थामें सूर्य्यका प्रकाश हमारे यहां प्रतिबिम्बित नहीं होने पाता।

१०२ शनिके उपग्रहोंकी संख्या आठ है। ये शनिकी दूरीके कारण वृहस्पतिके उपग्रहोंकी तरह मार्कों साथ नजर नहीं आते। अतएव ये उतने महत्वके नहीं। इनके ग्रहण संक्रान्ति और युति साधारणत दृष्टिगोचर नहीं होतीं।

वारुणी (Uranus) |

१०३ वारुणीका पता सन् १७८१में लगा था। इसके विषयमें हम अभी बहुत कम जानते है। यह सूर्य्यसे १७७ करोड़ मील दूरपर हैं। इसकी वार्षिक परिक्रमा ३०,६८६ दिनमें खतम होती है। इसके चार उपग्रह भी नजरसे आये हैं। इसका व्यास पृथ्वीके व्याससे चार गुणा बड़ा है एवम् आकारमें पृथ्वीसे ६४ गुणा बड़ा है। इसकी भी मिट्टी बहुत हलकी है।

वरुण (Neptune) |

१०४ वारुणीके बाद वरुणका नम्बर है। इसकी

चित्र नं ३९—शनि और उसके छल्ले

चित्र नं ४०— भिन्न भिन्न स्थानपर शनिका छल्ला इस तरह दिखता है

चित्र नं ४१—धूमकेतुका चित्र

चित्र नं ४२—धूमकेतुका एक दूसरा चित्र

चित्र नं ४३—सूर्यकलङ्क

चित्र नं ४४—एक रेखामें लेकर सूर्यकलङ्कके
दृश्य समझाना

अपेक्षा सुदूर ग्रह सूर्य्यसम्प्रदायमें कोई है वा नहीं हम-लोगोंको मालूम नहीं। सूर्य्यसे इसकी दूरी वारुणीको दूरीसे करीब दूनी है। सूर्य्यके चारों ओर यह ६०,१२६ दिनोंमें एक बार घूमता है। इसका व्यास पृथ्वीके व्याससे चौगुणा है।

१७५. इस ग्रहका पता १८४५में लगा था। इसका पता लगना ज्योतिषशास्त्रके इतिहासमें बड़े महत्वका है। गणित शास्त्र द्वारा वारुणीकी गति एवम् स्थिति निकालनेपर वास्तवमें वैसी नहीं मिली। तब यह सोचा गया कि इसकी गति एवम् स्थितिपर किसी दूसरे अनजान ग्रहका प्रभाव अवश्य पड़ता है। इस दूसरे ग्रहकी स्थिति बड़ी मेहनतके बाद निश्चित की गयी और उधर दूरदर्शक यन्त्र लगाकर देखनेपर अपने अन्दाजेको ज्योतिषवेत्ताओंने सत्य पाया। अभी तक इसके एकही उपग्रहका पता लगा है।

§ ७—धूमकेतु, उल्का अथवा टूटता तारा।

धूमकेतु (Comet)।

२०६. ग्रहोंके सिवा सूर्य्यसम्प्रदायके अन्तर्गत और भी दूसरे पिण्ड हैं। ये ग्रहोंसे बिलकुल ही भिन्न चीजें हैं। ग्रहोंमें और इन पिण्डोंमें समानता बहुत कम है। ग्रह तो सदा हमारे निकट ही रहते हैं या यों कहिये कि ये हमारे घर हैं। किन्तु ये दूसरे पदार्थ केवल पाहुनेके बतौर हैं।

एक वार निकट आ जाते हैं और पीछे कहां चले जाते हैं कुछ पता नहीं रहता।

१७७ ऐसे पिण्डोंमें मुख्य धूमकेतु (या केतु) है। जिन्होंने धूमकेतुको एकवार देखा है वह इसकी विचित्र आकृतिको कभी नहीं भूलते। जिन्होंने नहीं देखा है वे चित्र नं ४१ और ४२ देख कर धूमकेतुओंकी विचित्र आकृतिका थोड़ा वहुत अनुमान कर सकते हैं। यह पुच्छल तारा भी कहलाता है क्योंकि इसके बड़ी बड़ी पूंछ होती है। धूमकेतुओंकी कद, शकल और चमकमें बड़ा अन्तर रहता है। कोई दो धूमकेतु एकसे नहीं दिखते। एक हो धूम-केतुको कद, शकल और चमकमें उसके पथके भिन्न भिन्न स्थानपर वहुत अन्तर पड़ता हुआ देख पड़ता है। कभी कभी यह अपने पथमें किसी स्थानपर ग्रह या ताराके सदृश छोटा नज़रमें आता है और कभी यह बड़े आकारका आसमानमें दूर तक फैला हुआ दृष्टिगोचर होता है। इतना फैलनेपर भी इसकी एक ओरको विन्दु नक्षत्रको तरह बड़ी दीप्तिमान दिखती है। यह विन्दु केतु नाभी (Nucleus) कहलाती है। इसको पूंछ करोड़ों कोस तक विस्तृत रहती है। कभी कभी इनकी शकल बड़ी ही विचित्र हो जाती है। केतु भी ऐसी भी शकल देखनेमें आयी है जिसकी नाभीके चारों ओर कुहासा सा छाये हुए हो। जो धूमकेतु कोरी आंखोंसे बिलकुल दिखायी नहीं देते

उनकी संख्या बहुत अधिक है। वे दूरदर्शक यन्त्र द्वारा ही दिखते हैं।

१७८. धूमकेतु हमारे सम्मुख धीरे धीरे उपस्थित नहीं होता। यह आसमानमें अकस्मात् दिखायी देने लगता है। पीछे कई सप्ताह या कई महीने तक आकाशमें रहता है और सूर्य्यकी तरफ बड़े वेगसे आता हुआ दिखता है। तत्पश्चात् यह सूर्य्यसे दूर भागने लग जाता है और अन्तमें अकस्मात् बिलकुल अगोचर हो जाता है। इनकी कक्षा अधिकतर परवलय (Parabola) की तरह हैं। (चित्र नं २२ देखिए)। हमलोगों को बहुतसे धूमकेतुओंके पथका पता नहीं लगा है। अभी तक केवल कतिपयके पथ जाने गये हैं। इनकी संख्या बहुत कम है। इन धूमकेतुओंके पथसे परिचित होजानेके कारण हम आगेसे ही कह सकते हैं कि कब ये दृष्टिगोचर होंगे और कब ये अगोचर हो जायंगे। ऐसा प्रत्येक धूमकेतु कई बरसोंका अरसा दे कर नियत कालसे लौटता है। इस लिये ऐसा केतु नियतकालिक केतु (Periodic Comet) कहलाता है। ग्रह और धूमकेतुमें एक बड़ा अन्तर यह भी है कि जितने ग्रह हैं वे सब सूर्य्यके चारों ओर घूमनेमें पृथ्वीका अनुसरण करते हैं अर्थात् पृथ्वी जिधर परिक्रमा देती है उधर ही ग्रह भी घूमते हैं। किन्तु धूमकेतुओंमें यह बात नहीं पायी जाती। कतिपय सीधे (Direct) और अन्य वक्र (Retrograde)

घूमते हैं। जिन विद्वानोंने धूमकेतुके पथका पता लगाया है यह धूमकेतु उन्हीं के नामसे अब प्रचलित है। जैसे, हेलीका धूमकेतु, एंकीका धूमकेतु, बीएलाका धूमकेतु, इत्यादि।

१७९. हैलीका धूमकेतु (Halley's Comet) ७५ वर्षमें परिक्रमा पूरा करता है। यह सन् १८३५ और १९१०में दिखा था अब यह पुन: १९८५ सालमें दिखेगा। एंकीका धूमकेतु (Encke's Comet) ३ वर्ष ४ महीनेमें लौटता है। जो धूमकेतु नियत कालमें नहीं लौटते उनकी संख्या बहुत अधिक है। डोनेटीका धूमकेतु (Donati's Comet) जो १८५८में गोचर हुआ था नियतकालिक केतु नहीं है। चित्र ४२में यही धूमकेतु दिखाया गया है।

१८०. ये धूमकेतु कोई बहुत ही हलकी चीजका बना हुआ है। क्योंकि बादल या धूआं बीचमें आनेसे जो तारे बिलकुल नहीं दिखते वे भी इनमेंसे देख पड़ते हैं।

उल्का (Meteor or Falling Star)

१८१. हमलोग कई बार देखते हैं कि आसमानमें कोई चीज़ क्षणके लिए चमकती है और पीछे लोप हो जाती है। यह तीरके माफिक दौड़ती हुई देख पड़ती है। बोध होता है कि कोई तारा टूट कर गिरा है। यह केवल एक दो पल तक दिखायी देता है। ऐसे विचित्र पदार्थको हम उल्का अथवा टूटता तारा कहते हैं। ये कई बार पृथ्वीपर भी

गिर जाते हैं। इन उल्कोंके आकारमें बहुत अन्तर रहता है। साधारणतः छोटे आकारके हो उल्के गिरते हैं। बड़े आकारके विरले दिखते हैं। बड़े उल्के कई पलों तक आसमानमें दौड़ते हुए नज़रमें आते हैं।

१८२ इन उल्कोंमेंसे कई पृथ्वीपर गिर जानेके कारण हम इनकी बनावट आदिका निरीक्षण सुविधाके साथ एवम् अनायास कर सकते हैं। कई तो खास कर धातुके बने हुए रहते हैं और कई पत्थरके। पृथ्वीके वायुमण्डल (जो पृथ्वीके चारों ओर ५ मील तक फैला हुआ है)में प्रवेश करनेके पूर्व ये हमको बिलकुल नहीं दिखते। किन्तु वायुमण्डलमें बड़े वेगके साथ प्रवेश करने पर वायुके सङ्घर्षसे ये इतने गरम हो जाते हैं कि ये जलने लग जाते हैं और हमलोगोंको चमकते हुए नज़रमें आते हैं। छोटे उल्के पृथ्वीपर पहुंचनेके पहले हो जल कर क्षय हो जाते हैं। जो बड़े हैं वे कभी कभी पृथ्वीपर आ कर गिरते हैं। (यद्यपि जल कर उनका बहुत सा हिस्सा क्षय हो जाता है और इनके आकार बहुत छोटे हो जाते हैं तथापि पृथ्वी तक पहुंच जाते हैं)। ऐसे उल्कोंके नमूने विलायतके अजब घरमें रखे पड़े हैं। कतिपयका वज़न तीन टन तक पहुंचा है।

१८३ विलायतमें बराबर निरीक्षण कर दो मुख्य बातोंका अनुभव हुआ है—(१) भिन्न भिन्न रात्रिको आसमानकी

कई निर्दिष्ट दिशासे ही ये निकलते हैं जिसे हम उल्का सम्पात मूल (Radiant point) कहते हैं (२) वर्षमें कई निर्दिष्ट रात्रियोंको उनके सविशेष गिरते हैं। १३ नवम्बर तथा १० अगस्तको उल्का गिरने वड़ा प्रसिद्ध है।

१८४ यह अनुमान किया जाता है कि हर २४ घण्टोंमें प्राय ४० करोड उल्के पृथ्वीके वायुमण्डलमें प्रवेश करते हैं। ये आपसमें कई वार भिड भी जाते हैं जिससे वहां अधिक ताप और प्रकाश पैदा होते हैं। कई कारणोंसे उल्का और धूमकेतुमें तारतम्य समझा जाता है। इन दोनोंके पथ बहुत मिलते जुलते दिखते हैं। यहां तक सिद्धान्त निकाला गया है कि धूमकेतु उल्कोंका समूह मात्र है।

चौथा भाग।

सूर्य।

—:o:—

§ १—सूर्य्य-सम्प्रदाय पर सूर्य्यका प्रभाव।

१८५ ऊपर हम कह आये हैं कि पृथ्वी क्या है। हम जान चुके हैं कि यह एक ठण्डा पदार्थ है और सूर्यके चारों ओर घूमता है; यह स्वयम् प्रकाशमान (luminous) नहीं है. प्रकाश और उष्णता दोनों सूर्यको उपाधि पृथ्वीको मिलती हैं।

१८६ तत्पश्चात् हमने यह देखा है कि पृथ्वीके सदृश और भी कई पदार्थ सूर्यके चारों ओर परिक्रमा देते हैं, जिन्हें हम ग्रह कहते हैं; ये भी पृथ्वीकी तरह ठण्डे हैं और स्वयम् प्रकाशमान नहीं हैं।

१८७ यह भी हम देख आये हैं कि पृथ्वीका वर्षमान, अथवा अन्यान्य ग्रहोंके वर्षोंका भिन्न-भिन्न मान, सूर्यके चारों ओर प्रत्येक ग्रहका घूमनेमें जितना समय लगता है उसीपर भरोसा रखता है।

१८८ हम यह भी जान चुके हैं कि पृथ्वी अथवा अन्यान्य ग्रहको अपने, अपने अक्षके चारों ओर परिभ्रमण करनेमें जितना काल लगता है उतना ही कालका प्रत्येकका एक दिनमान होता है। अर्थात एकबार परिभ्रमण करनेसे एक ही दिवसका सूर्य्यसे प्रकाश मिलता है।

१८९ इसके सिवा हम यह भी समझ आये हैं कि पृथ्वी तथा अन्यान्य ग्रहोंके अक्षके झुकावके कारण भिन्न भिन्न ऋतुएं उपस्थित होती हैं। प्रत्येक ग्रहकी परिक्रमामें उसके पृष्ठपर सूर्य्यकी किरणें कभी खड़ी पड़ती हैं (तब गर्मी होती है) और कभी तिर्छी (तब जाड़ा पड़ता है)।

१९० इन सब बातोंके होनेमें यह स्पष्ट है कि सूर्य्यका पूरा सम्बन्ध है। सूर्य्यके बिना एकका भी काम नहीं चल सकता। इतना जान कर एक स्वाभाविक उत्कण्ठा मनमें उपजती है कि यह प्रभावशाली पदार्थ, जिसके चारों ओर सब ग्रह घूमते हैं और जिसके बिना उनका निर्वाह नहीं हो सकता, क्या है?

§ २—सूर्य्यका ताप, प्रकाश तथा आकार।

१९१ सूर्य्यके बारेमें यह बात प्रथम जानने योग्य है कि सूर्य्य प्रचण्ड अग्निका एक गोल है। इसकी भीषण उष्णताका अनुमान सहजमें हम नहीं दिला सकते। पृथ्वी तथा अन्यान्य ग्रह ठोस अवस्थामें हैं, पानीकी तरह पिघले हुए अथवा हवाकी तरह उड़ते हुए नहीं हैं। किन्तु सूर्य्यमें कोई

भी वस्तु ठोस वा घन (solid) नहीं रहती। लोहा, ताम्बा, सोना, इत्यादि धातुएं इसमें गलकर गैस (gas) हो जाते हैं। सूर्यको सतहकी सब वस्तुए गरम उजले भाप्प रूपमें हैं।

१८२ दूसरी बात जानने योग्य यह है कि इस तीव्र उष्णताके सिवा सूर्य प्रकाशका भी एक हबत चश्मा है। यह एक अद्वितीय स्वयम् प्रकाशमान वस्तु है।

१८३ तीसरी बात इसके आकार या कदके वारेमें जानने योग्य है। इसकी देह इतनी बड़ी है कि सब ग्रहोंका एक पिण्ड बनानेसे सूर्य उस पिण्डसे ५०० गुणा बड़ा ही रहेगा। सूर्यका आकार इतना विशाल है कि इसमें १४ लाख पृथ्वियां अट जायंगी।

१८४ सूर्यका वज़न पृथ्वीसे ३३३,००० गुणा है। इसका व्यास करीब ८६०,००० मील है अर्थात पृथ्वीके व्याससे ११० गुणा है। सूर्य हमसे ८ करोड़ मील दूरपर है यह हम पहले ही देख आये हैं।

§ ३—सूर्य्यका परिचय।

१८५ काले काचकी सहायता बिना हम कोरी आंखोंसे सूर्यकी तरफ देर तक नहीं देख सकते। इसकी प्रचण्ड उष्णता तथा प्रकाशके कारण इसकी तरफ देखना विपद जनक है। कांचके ऊपर काजल लगा कर सूर्य मार्कके

मात्र दिखता है। उसमें यह बिलकुल गोल चमकीला पदार्थ नज़रमें आता है। इसकी शकलमें घटा बढ़ी कभी नहीं होती। यह हमेशा गोल रहता है। सूर्यकी,दूर-दर्शकमें निरीक्षण करनेसे,कई गुण खिलते हैं।। इसके सफेद दृश्य-बिम्ब (disc) पर काले धब्बे या कलंक अकसर देख पड़ते हैं। कभी कभी ये धब्बे इतने बड़े हो जाते हैं कि बिना यन्त्रकी सहायताके ही दिखने लग जाते हैं।

१८६. सूर्यके पृष्ठपर सब जगह एक सा उजियालापन नहीं है। इसका पृष्ठ धब्बोंके निकट अधिक उजला देख पड़ता है। इस सविशेष उजली जगहोंको और धब्बोंको सदय समयपर देखनेसे अनुभव होगा कि इन दोनोंकी आकृतिमें अन्तर पड़ता रहता है अर्थात् घटा बढ़ी होती रहती है।

§ ४—सूर्य्य कलंक (Sun-spots)।

१८७. दूरदर्शक यन्त्र द्वारा देखनेपर ये धब्बे या कलंक बड़े मनोहर लगते हैं। इसका एक नकशा चित्र नं ४१में दिया जाता है। यह धब्बा इतना बड़ा है कि कितनी ही पृथ्वियां इसमें डाल दी जा सकती हैं।

१८८. यदि हम इन धब्बोंका निरीक्षण करें और इनकी स्थितिपर सावधानीके साथ ध्यान दें तो दो तीन दिन लगातार देखनेसे विदित होगा कि ये एक जगह स्थिर नहीं रहते। इनकी स्थितिमें फर्क पड़ता रहता है। ये पश्चिमकी

तरफ सरकते हुए दिखते हैं। ये धब्बे पूरबकी तरफ से आ कर क्रमशः पच्छिमकी तरफ जा कर लोप हो जाते हैं।

१८८. जितने धब्बे है सब एक ही तरफ सरकनेके कारण यह स्पष्ट है कि सूर्य्यका पृष्ठ ही सरकता है और इसी कारण धब्बे भी सरकते हुए दिखते हैं। किसी खास धब्बेपर निगाह रखनेसे अनुभव होगा कि जिस दिन यह पश्चिमकी तरफ लोप हो जाता है उसके कोई १२ रोज पीछे वह पूरबकी तरफ पुन दिखायी देता है और करीब २५ रोज बाद अपने पहलेवाले स्थानपर लौट आता है अर्थात् २५ रोजमें यह धब्बा एक पूरी परिक्रमा देता हुआ देख पड़ता है।

२००. इससे यह साफ है कि सूर्य्यका पृष्ठ २५ दिनोंमें एक बार पूरा घूमता है अर्थात् वास्तवमें सूर्य्य ही अपने अक्षके चारों ओर २५ रोजमें एक बार परिभ्रमण करता है।

२०१ अब देखना है कि यह धब्बा वा कलङ्क क्या है। यदि सूर्य्यके पृष्ठके बीचो बीच इसे देखा जाय तो यह धब्बा गोल नज़रमें आता है। थोड़े दिन पीछे देखने पर इसकी शकल बदल जाती है; यह अण्डाकार देख पडता है और इसकी बांयी तरफका हिस्सा अगोचर हो जाता है।

२०२. हम यदि एक उठे हुए किनारोंकी रेकाबी लेवें और बीचके स्थानको काला करके इसे हम घुमावें तो चित्र ६४ की भांति दृश्य उपस्थित होंगे। इससे साफ जाहिर होता है कि ये धब्बे सूर्य्यकी देहमें गुफाकी तरह खोखली

लगह हैं। किन्तु और प्रमाणोंसे सिद्ध हुआ है कि वास्तवमें ये लगह बिलकुल शून्य नहीं है किन्तु प्रकाशाभेद्य वाष्पसे भरी हुई हैं (जो सूर्यको रोशनीको पार नहीं होने देतीं)।

§ ५—सूर्यका वायुमण्डल (Atmosphere)।

२०३ गोलाकार सूर्य जितना हमलोगोंको देख पड़ता है उतना ही पूरा सूर्य नहीं है, वह तो उसका केवल गाढ़ा हिस्सा है। बाकीका हिस्सा जो कम गाढ़ा है और अल्प दीप्तिमान है वह वाष्पावस्थामें लाखों मील तक इसके चारों ओर फैला हुआ है। किन्तु दिनके समय जैसे तारे नहीं दिखते उसी तरह यह हिस्सा स्वयम् प्रकाशमान होनेपर भी नजरमें नहीं आता। सूर्यग्रहणके समय जब सूर्यका पूर्ण (अथवा अधिकांश) ग्रास जाता है तब तारोंकी तरह यह वाष्प भी दिखने लग जाता है। उस समय इस दीप्तिमान वाष्पमें रङ्ग बिरङ्गे मनोहर दृश्य देखनेमें आते हैं। लाल रङ्ग अधिक रहता है। यह सूर्यको चारों ओरसे छाया हुआ नजरमें आता है। चित्र ४५ में इसका नकशा दिया गया है। इसकी शकल बड़े वेगसे बदलती रहती है।

§ ६—सूर्य किन किन चीज़ोंका बना हुआ है।

२०४ स्पेक्ट्रास्कोप (Spectroscope) नामक एक यन्त्र द्वारा इस बातका पता लगा है कि हमारे परिचित कितने ही धातु वाष्पावस्थामें वहां हैं। सूर्यकी उष्णता

इतनी तीव्र है कि ताप लगनेसे पानी जिस तरह भाफ हो जाता है उसी तरह इन धातुओं का भी वाष्प हो जाता है। लोहा, मांगानोज़, नीकेल, सोडियम, आदि कई धातु वहां वाष्पावस्थामें हैं।

§ ७—सूर्य्य निकटतम नक्षत्र है।

२०५ जैसे आसमानमें और नक्षत्र हैं उसी तरह सूर्य्य भी एक नक्षत्र है। अन्यान्य नक्षत्रोंकी अपेक्षा सूर्य्यका आकार इतना बड़ा इस लिए दिखता है कि सूर्य्य उनसे हमारे कहीं निकट है।

२०६. अतएव सूर्य्य अन्यान्य तारोंका एक नमूना मात्र है। कई नक्षत्र ऐसे हैं जो हमारे सूर्य्यसे भी बृहत् आकारके हैं, इससे उष्णतर हैं एवम् अधिकतर प्रकाशमान हैं। हमारे सूर्य्यसम्प्रदायमें जैसे एक उष्ण पदार्थके चारों ओर कई ठण्डे पिण्ड घूमते हैं वैसे ही कई नक्षत्रके चारों ओर भी पिण्ड उसी तरह घूमते होंगे। हमारा सूर्य्यसम्प्रदाय सम्भवतः अन्य सम्प्रदायोंका केवल एक नमूना है।

पांचवां भाग।

नक्षत्र।

§ १—नक्षत्र बहुत दूर स्थित हैं।

१०७ निकटतम नक्षत्र सूर्यका वर्णन हो चुका। अब हम इससे दूर स्थित नक्षत्रोंका परिचय देते हैं जो सूर्यके सामने अत्यन्त छोटे दिखते हैं। ये करोड़ों सूक्ष्म नक्षत्र आसमानमें चारों तरफ छिटके हुए टिम टिमाते हैं। हम कह आये है कि ये नक्षत्र सूर्यके सदृश हैं। सूर्यकी तरह इनमें उष्णता और प्रकाश है और कई उससे भी बड़े आकारके हैं। किन्तु वे हमसे इतनी अविश्वासनीय दूरपर हैं कि वे सूर्यसे कहीं छोटे दिखते हैं, उनकी उष्णता हमारे निकट पहुंचने नहीं पाती और उनके प्रकाशका भी परिमाण बिलकुल कम हो जाता है। नक्षत्रकी दूरीकी कल्पना बड़ी कठिन है। जो तारे हमसे बिलकुल निकट हैं और जिनकी दूरी मालूम हुई है सूर्य जितनी दूर है उससे वे ५ लाख गुणा अधिक दूर हैं। इस अनुमानसे

हम समझ सकते हैं कि उनका आकार क्या होगा और क्यों कर हम उनको इतना क्षुद्र देखते है। अधिक नक्षत्र तो ऐसे हैं जिनकी दूरी हमलोगोंको अभी तक मालूम नहीं हो सकी और जिनको हम "अनन्त" दूरपर स्थित समझ बैठे हुए हैं।

§ २—नक्षत्रकी चमक।

२०८. नक्षत्रोंकी चमक एक सी नहीं है। कोई नक्षत्र अधिक दीप्तिमान है और कोई कम। जो तारे अधिक चमकोले हैं वे क्या तो दूसरोंसे बड़े हैं अथवा निकटतर हैं। कई बड़े नक्षत्र दूर रहनेके कारण छोटे दिखते हैं और कई छोटे नक्षत्र नजदीक होनेसे बड़े बोध होते है।

२०९. नक्षत्रोंकी चमकके अनुसार क्रमसे उनका विभाग किया गया है। जो नक्षत्र सबसे अधिक चमकीले हैं वे पहला परिमाण (first magnitude)के तारे कहलाते हैं। ऐसे तारे करीब २० हो हैं। जो इनसे कुछ कम चमकीले हैं वे दूसरा परिमाणके तारे हैं। इसी प्रकार तीसरा, चौथा, पांचवा, इत्यादि सोलहवा परिमाण तकके तारे होते हैं। बिलकुल अन्धेरी रातको छठा परिमाणके तारोंसे मध्यम चमकीले तारे कोरी आंखोंसे नहीं दिखते। अन्यान्य तारे दूरदर्शक यन्त्र द्वारा नजरमें आते हैं। पन्द्रहवा तथा सोलहवा परिमाणके तारोंको देखनेके लिये तेज दूरदर्शकको आवश्यकता होती है।

२१०. कोरी आंखोंसे आसमानमें कुल करीब ६००० तारे दिखते हैं। एक ही स्थानसे एक ही समयमें २०००से अधिक तारे नहीं दिख सकते क्योंकि क्षितिजके निकटवर्ती तारे ठीक नज़रमें नहीं आते। जिसने तारोंकी संख्याका यथार्थ अन्दाज़ा नहीं किया है उसको यह संख्या बहुत ही कम लगेगी, क्योंकि आसमानको तरफ निगाह डालनेसे यही बोध होता है कि तारे असंख्य हैं। तेज़ दूरदर्शक द्वारा कोई २ करोड़ तारे दिखनेमें आये हैं।

२११. किसी साफ अन्धेरी रातको आसमानकी एक तरफसे दूसरी तरफ तक फैला हुआ बादलकी तरह धुंधला एक दीप्तिमान पदार्थ दिखेगा। इसको हमलोग मन्दाकिनी या आकाशगङ्गा (Milky way) कहते हैं। इसकी चमक सब जगह समान नहीं है; कहीं कम है और कहीं अधिक है। दूर्बीनकी सहायतासे मालूम हुआ है कि यह विचित्र पदार्थ असंख्य छोटे छोटे तारोंका एक हद्दत समूह है। यह समूह एक जुड़ा हुआ पदार्थको तरह बोध होता है, एक एक तारा अलग अलग नहीं दिखायी देता। दूर्बीन द्वारा जो २ करोड़ तारे नज़रमें आते हैं उनमेंसे १करोड़ ८० लाख सम्भवतः मन्दाकिनीमें ही हैं।

२१२. यदि हम एक घने जङ्गलके बीचमें खड़े हो जायं तो हमको चारों तरफ आपसमें मिलते हुए (जुड़े हुए) दरख़्त दिखायी देंगे। उसी तरह मन्दाकिनीके तारोंका हाल है।

हो सकता है कि एक तारा दूसरे तारेसे करोड़ों मील दूरपर हो तथापि हमलोगोंको दृष्टिदोषसे वे जुड़े हुए बोध होते हैं।

२१३. नक्षत्र रङ्ग बिरङ्गे हैं। कई सफेद हैं और कई लाल, नीले, पीले, हरे, आदि। इस तरह रङ्गमें भिन्नता नक्षत्रकी उष्णता तथा रचना (constitution)में अन्तरका परिचय देती है। जो तारे जितने अधिक उजले हैं वे उतना ही अधिक उष्ण हैं; लाल तारे ठण्डे हैं।

§ ३—नक्षत्र-पुञ्ज (Constellations)।

२१४ आसमानमें तारोंके अलग अलग समूहोंके अलग अलग नाम पड़ गये हैं। उनके नाम पड़े मुद्दत हो गयी है। ऐसे प्रत्येक समूहको हम नक्षत्रपुञ्ज कहते हैं। जो पुञ्ज जिस पदार्थकी तरह बोध हुआ उसका वही नाम रख दिया गया (पृथ्वीकी वार्षिक गतिके कारण) सूर्य्य जिस पथमें घूमता हुआ देख पड़ता है उस पथमें बारह पुञ्ज हैं। उनको हम राशिचक्र (zodiac) कहते हैं। इन बारह राशियोंके नाम नीचे दिये जाते हैं :—

(अंग्रेजी अक्षरोंमें एक ओर लैटीन और दूसरी ओर उसकी अंग्रेजी परिभाषा दी गयी है)

1 मेष (Aries—Ram)
वृष (Taurus—Bull)
मिथुन (Gemini—Twins)

कर्क (Cancer—Crab)
सिंह (Leo—Lion)
कन्या (Virgo—Virgin)
तुला (Libra—Scale)
वृश्चिक (Scorpio—Scorpion)
धनु (Sagittarius—Archer)
मकर (Capricornus—Goat)
कुम्भ (Aquarius—Man)
मीन (Pisces—Fish)

जो मुख्य पुञ्ज आसमानके उत्तरीय भागमें है उनके नाम यों रखे गये हैं :—

सप्तर्षि (Ursa major—The Great Bear)
लघु सप्तर्षि (Ursa minor—The Little Bear)
अजगर तारा (Draco—The Dragon)
स्वाती (Bootes)
अभिजित (Lyra—The Lyra)
राजहंस (Cynus—The Swan)
सर्प नक्षत्र (Serpans—The Serpent)
सूत (Anriga—The Waggoner)
काशीपी (Cassiopeia)
श्रवण (Aquilae—The Eagle)
डालफिन (Dolphinus—The Dolplyn)

उत्तर भाद्रपद (Andromeda)
त्रिभुजाकार नक्षत्र (Trangulum—The triangle)
श्व तारा (Canes Venatici—The Hunting Dogs)

आसमानके दक्षिणीय भागमें जो पुञ्ज हैं उनके कतिपय नाम नीचे दिये जाते हैं :—

सीटस　(Cetus—The whale)
ओरायन　(Orion)
लुब्धक　(Canio Major—The Great dog)
आरगो　(Argo)
आश्लेषा　(Hydra—The Snake)
हस्त　(Corvus—The Crow)
सेंटार　(Centaurus—The Centaur)
इत्यादि।

§ ४—नक्षत्रकी अवास्तविक गति।

२१५　हम देख चुके हैं कि पृथ्वी स्थिर नहीं है, और इसके अस्थिर रहनेके कारण दूसरे पदार्थ चलते फिरते दिखायी देते हैं। इसका प्रत्यक्ष उदाहरण रेल गाड़ीमें दिखता है—गाड़ीमें बैठे हुए हमको मालूम होता है कि बगलके वृक्ष मकान आदि वेगमें हमारे पीछे भागे चले जाते हैं। एक दूसरा उदाहरण लीजिये। हम एक बड़ी नदीके बीच एक नौकामें हैं। चारों तरफ दरख्त तथा घाटपर और भी

बहुत सी नौकाएं हैं। अब हमारी नाव यदि घूमने लग जाय और इसके घूमनेका हमको पता न रहे तो यही बोध होगा कि घाट तथा इर्द गिर्दकी सब नौकाएं हमारे चारों ओर परिक्रमा देती हैं। ठीक इसी तरह पृथ्वी वास्तवमें परिभ्रमण करती है और फलत नक्षत्र (एवम् सूर्य्य और चन्द्रमा) हमारे चारों ओर घूमते हुए देख पड़ते हैं। अतएव नक्षत्रकी यह दैनिक गति केवल अवास्तविक गति है अथवा स्फुट गति है।

२१४ यह भी हम देख चुके हैं कि पृथ्वी सूर्य्यके चारों ओर भी घूमती है। यह इसकी वार्षिक गति है। इस गतिसे हमको यह दिखता है कि सूर्य्य हमारे चारों ओर वर्षमें एक बार परिक्रमा देता है। जिन तारोंके निकट-वर्ती सूर्य्य ग्रीष्म ऋतुमें दिखता है वे तारे शीतकालमें सूर्य्यके ठीक परली तरफ दिखायी देते हैं।

२१ पुराने जमानेमें नक्षत्रकी ये ही दो अवास्तविक वा स्फुट गतियां विदित थीं। उस समय यही समझा जाता था कि एक नक्षत्रसे दूसरे नक्षत्रकी दूरीमें कभी वेशी नहीं होती। 'तारोंकी स्थितिका नकशा एक बार खींच कर कई वर्षों बाद तारोंकी उस समयकी स्थितिसे मिला कर देखा गया कि कुछ भी अन्तर नहीं पड़ा है। अतएव पुराने जमानेवालोंका सिद्धान्त था कि नक्षत्र अपने अपने स्थानपर बिलकुल स्थिर हैं। किन्तु अब हमलोग जानते हैं कि यह सिद्धान्त भ्रान्त है।

२१८ यह सिद्धान्त नकशे खींचनेके दोषसे हुआ है। जब नकशे खींचनेका अच्छा तरीका निकला तब देखा गया कि तारोंकी स्थितिमें भी अन्तर पड़ता है। ध्रुव तारा, जिसकी स्थिरता लोक प्रसिद्ध है, वह भी अचल नहीं है। जो पृथ्वीका अक्ष आजकल ध्रुव ताराकी तरफ स्थित दिखता है वह तीन चार हजार वर्ष बाद उधर नहीं रहेगा किन्तु उस स्थानसे सरका हुआ दिखेगा। हां, इतना अवश्य है कि २६,००० वर्ष बाद यह अक्ष पुनः इसी स्थानपर आ जायगा।

२१९ कई प्रमाणोंसे यह मालूम हुआ है कि तारोंकी यह गति भी अवास्तविक है। इस गतिका कारण पृथ्वीके अक्षका दोलना (oscillation) है।

२२० एक बात और जानने योग्य है। हमारा सूर्य-सम्प्रदाय भी स्थिर नहीं है। सूर्य और इसके साथ साथ सब ग्रह क्रमशः सरकते रहते हैं और आजकल एक तारा पुञ्ज (Hercules) की तरफ बढ़ते हैं।

§ ५—नक्षत्रकी वास्तविक चाल।

२२१ कई वर्षों तक लगातार तारोंकी स्थितिपर ध्यान देनेसे यह प्रकट हुआ है कि कतिपय "स्थिर तारे" अपने स्थानपर वास्तवमें स्थिर नहीं रहते। उनके स्थानमें परिवर्त्तन होते देख पड़ते हैं। उनके आस पासके तारोंमेंसे कई निकटतर हो जाते हैं, और कई दूर पड़ जाते हैं। इन

तारोंमें जो गति है वह सब तारोंमें शामिल [illegible] न्तु यह इन कतिपय तारोंकी ही विशेषता है। अतएव यह चाल ऐसा प्रत्येक ताराकी आत्मीय गति है एवम् वास्तविक गति है (Proper motion of stars)। यह सम्भव है कि सब तारोंमें वास्तविक गति विद्यमान हो किन्तु हमलोगोंको अभी बिलकुल निर्भ्रान्त प्रमाण नहीं मिले हैं।

§ ६—नक्षत्र-बाहुल्य (Multiple stars)।

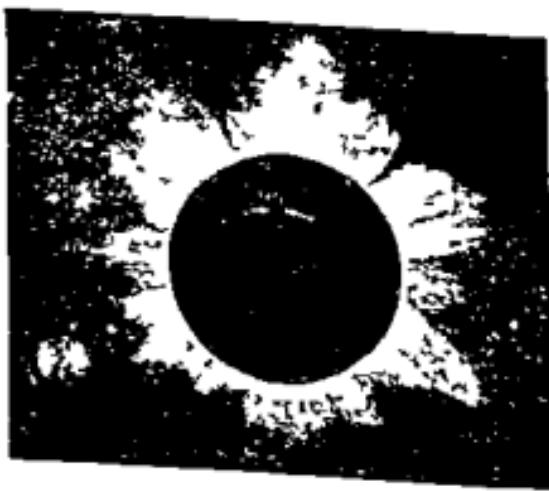
२२२ सीध चलना ही नक्षत्रकी आत्मीय गति नहीं है। कई नक्षत्र ऐसे हैं जो चित्र ४६ की तरह दूसरे किसी एक नक्षत्रके चारों ओर घूमते हैं। यदि दोसे अधिक नक्षत्र एक दूसरेके चारों ओर घूमते हों तो उनको नक्षत्र बाहुल्य कहते हैं। चित्र ४६ के सदृश यदि दो ही नक्षत्र हों तो उनको नक्षत्रद्वय कहते हैं।

२२३ चित्र ४६में घूमनेवाले नक्षत्रका पथ भी दिखाया गया है। यह पथ हमारी पृथ्वी तथा अन्यान्य ग्रहके पथसे बिलकुल मिलता हुआ है। किन्तु ऐसे नक्षत्रोंकी पूरी परिक्रमा देनेकी अवधि एक वर्षसे कहीं अधिक है। न्यूनसे न्यून जो अवधि एक नक्षत्रद्वयकी आज तक जानी गयी है वह ३६ वर्ष है। करीब १०,००० नक्षत्रद्वय तथा नक्षत्र बाहुल्योंका पता लगा है।

चित्र नं ४५—सूर्यका वायुमण्डल

चित्र नं ४६—नक्षत्रद्वय

चित्र नं ४७—गुच्छा

चित्र न ४८—नीहारिका

चित्र नं ४९—एक वृहत् नीहारिका

२२४ कोरी आखोंसे नक्षत्रद्वय एक ही नक्षत्र दिखता है। केवल तेज दूरदर्शक द्वारा देखनेसे ही मालूम होता है कि वह वास्तवमें दो नक्षत्र है। कतिपय नक्षत्रद्वयके दोनों तारे समान आकारके है किन्तु अधिकतर छोटे बड़े ही रहते हैं। जो छोटे बड़े हैं उनमें अकसर एक विचित्र बात पायी जाती है। वे दोनों भिन्न भिन्न रंगके रहते हैं। यदि बड़ा लाल रहे तो छोटा तारा हरा अथवा नीला रहता है।

२२५ हमसे तारा की दूरी इतनी अत्यधिक है, कि उनके चारों ओर यदि कोई ग्रह घूमता हो तो सम्भव है कि तेजसे तेज दूरदर्शकमे भी वह दृष्टिगोचर नहीं होता। इतना तक सम्भव है कि प्रत्येक तारा हमारे सूर्य्यसम्प्रदाय सरीखे किसी चक्र तकका केन्द्र हो।

§ ७—गुच्छा (Cluster) तथा नीहारिका (Nebula)।

२२६ हम अब तक उन तारोंकी बातें कहते थे जो आसमानमें चतुर्दिक अलग अलग छितरे दिखायी देते हैं। किन्तु स्थान स्थानपर तारोंका ऐसे समूह देख पड़ते हैं जिनके तारोंको दूरदर्शकसे भी अलग अलग देखना मुश्किल या असम्भव सा प्रतीत होता है। इसका उदाहरण हमको मन्दाकिनीमें मिल चुका है। इसमें जगह जगह ऐसे ही कई उजले झुण्ड वर्त्तमान हैं। इन तारोंके कई समूह कोरी आखोंसे दिखते हैं और बाकीको

देखनेके लिये दूरदर्शकका आश्रय लेना पड़ता है। तेज दूरदर्शकसे देखनेपर यदि प्रदेशमें तारे पृथक पृथक् दिखते हों तो उन समूहोंको हम गुच्छे कहते हैं। किन्तु अन्य समूह जिनके तारे तेजसे तेज दूर्बीन लगाने पर भी पृथक् पृथक् नहीं दिखते हों वरन् धुंधले से नक्षत्र भासित हों तो वैसे समूहको नीहारिका कहते हैं। चित्र ४७में एक गुच्छेका नक्शा दिया गया है और चित्र ४८में नीहारिकाका। चित्र ४९में एक दूसरे प्रकार नीहारिकाका नक्शा है। यह देवयानी नामक तारा राशिमें स्थित है।

२२७ इन गुच्छों तथा नीहारिकाओंकी आकृति दो भागमें विभक्त किये जा सकते हैं। अनियमकी आकृति बड़ी बेडौल है और नियमकी कायदेके साथ है। चित्र ४८ वाली नीहारिका बिलकुल बेडौल है।

२२८ जैसे तारोंके रंग बदलते रहते हैं वैसे ही इन नीहारिकाओंके रंगमें भी परिवर्तन होता रहता है। यह भेद अनुसन्धानसे जाना गया है कि नीहारिका समूहोंका अत्यन्त गरम है और आपसमें सदा टकराते रहते हैं। तारा तथा नीहारिकाके रंग बदलनेका मुख्य कारण उष्णताका न्यूनाधिक्य होना है।